

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCIA KEIKO ONO ADRIAZOLA

**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL POR MEIO DE PROTÓTIPOS E POR
SIMULAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA PARA HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL**

CURITIBA

2008

MARCIA KEIKO ONO ADRIAZOLA

**AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL POR MEIO DE PROTÓTIPOS E POR
SIMULAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA PARA HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Setsuo Iwakiri

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo L. Krüger

CURITIBA

2008

DEDICATÓRIA

Aos meus anjos, celestes e terrestres...
Minha família, pelo amor, incentivo,
carinho, paciência e apoio sempre
presente e constante.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. Setsuo Iwakiri, e ao meu co-orientador, Professor Dr. Eduardo Leite Krüger, pelo apoio, orientação, segurança, competência, companheirismo nos momentos de desespero e stress, paciência e incentivo na condução deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pelos ensinamentos que permitiram meu amadurecimento na elaboração dos trabalhos durante as aulas e nas pesquisas.

A Prof^a. Dr^a. Graciela Muniz pelo carinho e incentivo no transcorrer do doutorado. Ao Prof. Dr. Jorge Luiz Monteiro de Matos, pelas contribuições e incentivo na fase de análise dos dados deste trabalho.

Aos funcionários da UFPR, que colaboraram na execução dos painéis para a montagem dos protótipos, Sr. Ademir José Cavalli, Sr. Vitor Daniel Herrera, Sr. Antônio Perin e Sr. Gilnei Machado Rosa. Ao Sr. Reinaldo Pinheiro pela ajuda no encaminhamento das documentações.

Aos colegas José Guilherme Prata, Alan Sulato de Andrade, Elenise Nunes, Merielen de Carvalho Lopes, José Anzaldo Hernández, pelo companheirismo e troca de conhecimentos.

À Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, pelo apoio dado quanto aos ajustes e calibração do equipamento de medição de Fluxo de Calor, imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho, e à colaboração do Professor Dr. Saulo Güths, do Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas (LMPT), pelo apoio e atendimento durante as medições e desenvolvimento do trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba, pelo apoio em mim depositado na condução da chefia do Departamento de Projetos e Obras – DEPRO, durante a realização do Doutorado; pela liberação das minhas atividades durante as aulas e pela colaboração durante o desenvolvimento da

pesquisa.

Aos servidores da UTFPR, Sr. Luiz Carlos Metz, Sr. Rui Carlos Filho, Sr. Darci Gonçalves, Sr. Antonio Leal dos Santos e Sr. Ataíde Sanches que muito colaboraram na confecção da manta Tetra-pak, na montagem dos suportes para os equipamentos – medição do albedo; suporte para o abrigo do HOBO para medição da temperatura externa, na confecção das bases metálicas dos solarímetros.

Aos amigos Sr. Paulo Sabino de Pádua, Sr. José Antônio Gouveia, Sr. Claudiomiro, na montagem dos protótipos.

À querida aluna e colaboradora Eimi Veridiane Suzuki, pela ajuda nas medições, monitoramento dos dados, levantamentos fotográficos, levantamento de dados, pelo carinho e atenção.

À Suzana Damico Fonseca, pela ajuda nas análises estatísticas.

À Cíntia Tamura, pela colaboração com as fotos da abóbada celeste.

À Sr^a Benedita de Pádua (Dona Dita) pelo carinho e pelos deliciosos almoços nos dias de monitoramento.

Aos amigos e colegas do DEPRO, em destaque à Zilara Joana Hannemann, pela força e incentivo, e à Rafaela Fortunatto pela contribuição durante a revisão e formatação do trabalho.

Aos amigos Vitor Reinaldo Bordignon, pelo auxílio na obtenção de materiais para confecção dos painéis de cimento-madeira e a Christine Laroca na ocasião das primeiras simulações com o software IDA.

À minha querida amiga Isabel Maria de Melo Borba, pelo apoio, amizade e pela força em todos os momentos.

À minha sobrinha Juliana Tanaka, pelas revisões das traduções.

À BERNECK, MASISA, ETERNIT e ABINCI pela doação dos painéis e à ETERNIT, pela doação do painel Wall e coberturas dos protótipos. Agradecimento especial ao Sr. Milton Stanczyk e ao Sr. João Pedro Duarte, pela atenção e apoio dados a esta pesquisa.

À NATIONAL STARCH & CHEMICAL INDUSTRIAL LTDA, pela doação dos

adesivos empregados nos protótipos. Agradecimento especial ao Sr. Álvaro Garcia e à Srtª. Merielen de Carvalho Lopes.

Ao Instituto Tecnológico SIMEPAR, em especial à Sra. Marlene de Melo, Sr. Luis Renato Lazinski, Sr. César Duquia e Sr. Ernandes Saraiva.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, em especial à Srtª. Luciana Mieres e à Srª. Luiza Helena Gama dos Reis, pelo envio dos dados relativos aos dias monitorados.

Aos meus pais, Kiyoshi Ono e Tieco Sato Ono, anjos zelosos de nossos passos, base da minha formação, pelo apoio incondicional e incentivo constante na busca do aperfeiçoamento.

À Cecília (*in memoriam*), exemplo de força e persistência, pelo carinho dado às crianças e ao nosso lar enquanto viva.

Ao meu marido Edgar, que sempre acreditou e procurou dar o apoio necessário para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Às minhas filhas amadas, Izabela, Rafaela e Ana Carolina, estrelas reluzentes fonte de energia e vida para nossa existência. Pela compreensão quanto às ausências, aos momentos de stress, à falta de tempo, atenção e presença...

Enfim, a todos aqueles que participaram, de uma maneira ou outra, com seu apoio, carinho e atenção, transmitindo energia, segurança e confiança, para que esta obra pudesse ser compartilhada com amigos, e família, verdadeiros anjos terrenos sem os quais a jornada seria mais difícil.

Muito obrigada...



LISTA DE FOTOS

FOTO 1 – SUPORTES CONFECCIONADOS NO SETOR DE MANUTENÇÃO DA UTFPR:	104
A - INSTALADO JUNTO À ESTAÇÃO DA SIMEPAR/INMET, SITUADA NA UFPR, CENTRO POLITÉCNICO.	104
B - INSTALADO JUNTO AOS PROTÓTIPOS NO CAMPUS DA UTFPR – BAIRRO ECOVILLE.	104
FOTO 2 – FABRICAÇÃO DO AGLOMERADO	110
FOTO 3 – CORPO DE PROVA DO PAINEL AGLOMERADO UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO	110
FOTO 4 – FABRICAÇÃO DO COMPENSADO	112
FOTO 5 – CORPO DE PROVA DO PAINEL COMPENSADO UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO	113
FOTO 6 – A MADEIRA SERRADA FOI PICADA (EQUIPAMENTO PERTENCENTE À UFPR)	114
FOTO 7 – DETALHE DA MADEIRA PICADA	114
FOTO 8 - PENEIRAS	115
FOTO 9 - AS PENEIRAS SELECIONADAS INSTALADAS NO MOINHO DE MARTELO	115
FOTO 10 – MOAGEM DAS PARTÍCULAS - PROCESSO REALIZADO TRÊS VEZES	115
FOTO 11 PARTÍCULAS MOÍDAS E PENEIRADAS	115
FOTO 12 – EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA A PRENSAGEM DAS PLACAS DE CIMENTO-MADEIRA – PRENSA SIMPELKAMP – 40 KG/CM ² , PERTENCENTE AO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DA MADEIRA DA UFPR.	120
FOTO 13 – CORPO DE PROVA DO PAINEL CIMENTO-MADEIRA UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO	122
FOTO 14 – CORPO DE PROVA DO PAINEL OSB UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO	123
FOTO 15 – CORPOS DE PROVA 5, 0 CM X 5,0 CM RETIRADOS DOS PAINÉIS ORIGINAIS.	124
FOTO 16 - MARCAÇÃO NOS CORPOS DE PROVA	125
FOTO 17 - FOTO DO PROTÓTIPO CONSTRUÍDO	129
FOTO 18 – CONSTRUÇÃO DA BASE EM CONCRETO	129
FOTO 19 – MONTAGEM DOS PAINÉIS	129
FOTO 20 – PROTÓTIPOS CONSTRUÍDOS	130
FOTO 21 – VISTA AÉREA DOS TERRENOS PERTENCENTES À UTFPR E A LOCALIZAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	131
FOTO 22 – USO DA MANTA FEITA COM REAPROVEITAMENTO DE EMBALAGENS DO TIPO TETRAPAK	132
FOTO 23 – DETALHE DO ESPAÇAMENTO DOS PAINÉIS EM RELAÇÃO AO PISO	134
FOTO 24 - FOTO AÉREA COM A VISÃO GERAL DOS PROTÓTIPOS	134
FOTO 25 - APARELHO DE MEDIÇÃO UTILIZADO TIPO HOB0, MODELO H08-003-02	135
FOTO 26 – COLOCAÇÃO DOS HOBOS NO INTERIOR DOS PROTÓTIPOS	136

FOTO 27 – DETALHE DO ABRIGO PARA MONITORAMENTO DA TEMPERATURA EXTERNA	136
FOTO 28 – OS APARELHOS DE MEDIÇÃO – DATALOGGERS, FORAM DEIXADOS SOB CONDIÇÕES TÉRMICAS ESTÁVEIS (SEM VENTILAÇÃO, SEM GANHO SOLAR, AMBIENTE SEM VENTILAÇÃO OU CARGA TÉRMICA PARA CALIBRAÇÃO DOS DADOS.	139
FOTO 29 – TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR A GRADIENTE TANGENCIAL	139
FOTO 30 – COLOCAÇÃO DA PLACA DO TRANSDUTOR NA PAREDE DO PROTÓTIPO	141
FOTO 31 - PROTÓTIPOS COM VEDAÇÕES DE PAREDES EM PAINÉIS DE MADEIRA.....	141
FOTO 32 – SOLARÍMETRO CONFECCIONADO COM GLOBO DE VIDRO	144
FOTO 33 - PLACA DE ISOPOR COM O HOBO	145
FOTO 34 - BASE DE ACRÍLICO LEITOSO	145
FOTO 35 – PARTES DO SOLARÍMETRO.....	146
FOTO 36 – SOLARÍMETRO	146
FOTO 37 - SOLARÍMETRO	147
FOTO 38 – CONJUNTO INSTALADO NA ESTAÇÃO INMET, NO CENTRO POLITÉCNICO	148
FOTO 39 – DETALHE DO SOLARÍMETRO.....	148
FOTO 40 – CONJUNTO DOS EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÃO DO ALBEDO.....	160
FOTO 41 – VISÃO GERAL DO SUPORTE PARA INSTALAÇÃO OS EQUIPAMENTOS DESTINADOS À MEDIÇÃO DO ALBEDO	160
FOTO 42 – PIRANÔMETRO DA ESTAÇÃO DO INMET–CENTRO POLITÉCNICO–UFPR	176
FOTO 43 – VISTA DA ABÓBADA JUNTO À ESTAÇÃO DO INMET–CENTRO POLITÉCNICO–UFPR	179
FOTO 44 – VISTA DA ABÓBADA JUNTO AOS PROTÓTIPOS–UFPR CAMPUS CURITIBA - BAIRRO ECOVILLE	179
FOTO 45 – FOTOS DO EQUIPAMENTO CONDUTIVÍMETRO FLUXIOMÉTRICO.....	194

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DE CURITIBA NA AMÉRICA DO SUL, NO BRASIL, NO PARANÁ E EM RELAÇÃO À REGIÃO METROPOLITANA.....	27
FIGURA 2 – EXPANSÃO URBANA DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA EM 2002.....	28
FIGURA 3 – TENDÊNCIAS NA TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DO AR EM NÍVEIS ANUAL E SAZONAL, EM ALGUMAS CIDADES DO BRASIL	47
FIGURA 4 – INTERCÂMBIO DE CALOR DO CORPO HUMANO COM O MEIO AMBIENTE.....	52
FIGURA 5 – INTERCÂMBIO DE CALOR DO CORPO HUMANO COM O MEIO AMBIENTE.....	56
FIGURA 6 – INTERCÂMBIO DE CALOR DO CORPO HUMANO COM O MEIO AMBIENTE.....	57
FIGURA 7 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO.....	65
FIGURA 8 – CARTA BIOCLIMÁTICA ADOTADA PARA O BRASIL	66
FIGURA 9 – ZONA DE CONFORTO	68
FIGURA 10 - REGIÕES CLIMÁTICAS DO BRASIL.....	75
FIGURA 11 – MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS ANUAIS PARA O PERÍODO DE 1961 A 1990	76
FIGURA 12 – MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUAIS PARA O PERÍODO DE 1961 A 1990	77
FIGURA 13 – CARTA BIOCLIMÁTICA DE CURITIBA.....	78
FIGURA 14 – PRINCIPAIS TIPOS DE PAINÉIS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA ..	84
FIGURA 15 - FORMA DE APROVEITAMENTO DA MADEIRA PARA A FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS LAMINADOS E PARTICULADOS.....	84
FIGURA 16 - COMPARAÇÃO ENTRE DENSIDADE, TIPO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MATÉRIA PRIMA DOS PRODUTOS COMPOSTOS DE MADEIRA.....	85
FIGURA 17 – ESQUEMA DE COMPOSIÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS MULTILAMINADOS	86
FIGURA 18 – ESQUEMA DE COMPOSIÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS SARRAFEADOS	86
FIGURA 19 – PAINÉIS COMPENSADOS SARRAFEADOS.....	87
FIGURA 20 – VIGAS “I-JOIST”	90
FIGURA 21 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS PARTICULADOS	91
FIGURA 22 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS DE FIBRAS.....	92
FIGURA 23 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS DE FIBRAS.....	92
FIGURA 24 - TABELA DE ELEMENTOS DA MADEIRA.....	93
FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS DA MADEIRA NAS CHAPAS ...	94
FIGURA 26 - PARTÍCULAS DE MADEIRA ORIENTADAS – OSB (ORIENTED STRAND BOARDS).....	94
FIGURA 27 – CHAPAS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS-OSB.....	95
FIGURA 28 – PLACAS DE CIMENTO MADEIRA	96
FIGURA 29 – LOCAÇÃO DO CABO TRANSMISSÃO DE DADOS (EM AZUL) DOS PROTÓTIPOS AO MICRO, LOCALIZADO EM UMA SALA DO BLOCO A, NO CAMPUS DA UTFPR – BAIRRO ECOVILLE.....	105

FIGURA 30 – COMPOSIÇÃO DO PAINEL WALL UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO	108
FIGURA 31 – CAIXA FORMADORA DO COLCHÃO – FORMA	117
FIGURA 32 – SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 1	118
FIGURA 33 - SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 2	119
FIGURA 34 - SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 3	119
FIGURA 35 - DETALHE DA SEQUÊNCIA E GRAMPEAMENTO FINAL	120
FIGURA 36 – PONTOS DE MEDIÇÃO MARCADAS NOS CORPOS DE PROVA SEGUNDO NORMA ABNT - NBR ABCDE-1 – DIMENSÕES EM MM.....	125
FIGURA 37 POSTERIORMENTE AS DUAS PARTES COLADAS FORMARAM UM DOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO LATERAL DO PROTÓTIPO.....	128
FIGURA 38 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DOS PROTÓTIPOS.....	129
FIGURA 39 – PERSPECTIVA DO PROTÓTIPO	129
FIGURA 40 – PLANTA DOS PROTÓTIPOS.....	132
FIGURA 41 – CORTE DOS PROTÓTIPOS	133
FIGURA 42 – DETALHES ENCAIXES DOS PAINÉIS	133
FIGURA 43 – APRESENTAÇÃO DO BOX CAR PRO 4.3 CONFIGURAÇÃO EM TELA DOS DADOS MONITORADOS.....	137
FIGURA 44 – ESQUEMA DE LIGAÇÃO DO TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR A GRADIENTE TANGENCIAL	139
FIGURA 45 – SISTEMA CASTELLAMARE.....	157
FIGURA 46 – LOCAÇÃO DO SUPORTE PARA MEDIÇÃO DO ALBEDO	161
FIGURA 47 – DISTÂNCIA ENTRE O TERRENO DA UTFPR, NO BAIRRO ECOVILLE, E O TERRENO DA UFPR, NO CENTRO POLITÉCNICO, BAIRRO JARDIM DAS AMÉRICAS – CURITIBA/PR	162
FIGURA 48 – TESTE DE HOMOGENEIDADE ENTRE AS AMOSTRAS	186
FIGURA 49 – PRINCÍPIO DO MÉTODO DE MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA.....	194

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE VERÃO	68
TABELA 2 - CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE INVERNO	69
TABELA 3 – VALORES HORÁRIOS DAS CARACTERÍSTICAS DO DIA TÍPICO DE NÍVEL 1% (VERÃO). PERÍODO DE VERÃO – NÍVEL: 1% - DATA DE REFERÊNCIA:28/01	71
TABELA 4 – DADOS DOS DIAS TÍPICOS DE VERÃO E INVERNO PARA CURITIBA	71
TABELA 5 – VALORES DE ALBEDO TERRESTRE.....	73
TABELA 6 - CONSUMO ENERGÉTICO NA PRODUÇÃO DE UMA TONELADA DE MATÉRIA PRIMA.....	80
TABELA 7 – TIPO DE PEÇAS DE MADEIRA EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	80
TABELA 8 – DEFASAGEM BRASILEIRA EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA.....	83
TABELA 9 –APRESENTAÇÃO DE PLACAS DE CIMENTO-MADEIRA	97
TABELA 10 - MATERIAIS UTILIZADOS	115
TABELA 11 – PROPORÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS	116
TABELA 12 – QUANTIDADE DOS MATERIAIS UTILIZADOS	117
TABELA 13 – DADOS DE COMPRESSÃO	126
TABELA 14 – FLEXÃO	126
TABELA 15 – TRAÇÃO.....	127
TABELA 16 – MÓDULO DE ELASTICIDADE (MOE) E DE RUPTURA (MOR)	127
TABELA 17 - UMIDADE; ABSORÇÃO DE ÁGUA; INCHAMENTO EM ESPESSURA E LIGAÇÃO INTERNA.....	127
TABELA 18 – DESVIO DE CADA SENSOR (HOBO) E SENSOR DE REFERÊNCIA.....	137
TABELA 19 – VALORES DE ESPESSURA E DENSIDADE DOS PAINÉIS DE MADEIRA.....	143
TABELA 20 – MONITORAMENTO DO SISTEMA CASTELLAMARE NO INVERNO.....	158
TABELA 21 – MONITORAMENTO DO SISTEMA CASTELLAMARE NO VERÃO	158
TABELA 22 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO INVERNO	167
TABELA 23 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS NO PERÍODO DE INVERNO	167
TABELA 24 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA NO INVERNO.	169
TABELA 25 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO VERÃO.....	171
TABELA 26 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DE VERÃO (°C)	172
TABELA 27 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA NO VERÃO	174
TABELA 28 – RADIAÇÃO HORIZONTAL E RADIAÇÃO NA SUPERFÍCIE DA PAREDE MEDIDA DURANTE O MONITORAMENTO	175

TABELA 29 – COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO HORIZONTAL, DO SOLARÍMETRO (ECOVILLE) E DADOS MEDIDOS POR PIRANÔMETRO (INMET)	178
TABELA 30 – DADOS OBTIDOS COMPARADOS À NORMA DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES	182
TABELA 31 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESISTÊNCIAS ENCONTRADAS PARA CADA PAINEL.....	184
TABELA 32: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO PAINEL WALL.....	187
TABELA 33: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA DO PAINEL AGLOMERADO	188
TABELA 34: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO PAINEL COMPENSADO	188
TABELA 35: RESULTADO PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA DO PAINEL OSB	189
TABELA 36 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESISTÊNCIAS TÉRMICAS ENCONTRADAS PARA CADA PAINEL APÓS TRATAMENTO DOS DADOS	190
TABELA 37 – VALORES DE RESISTÊNCIA E AMPLITUDE TÉRMICA DOS PAINÉIS.....	191
TABELA 38 – VALORES DE RESISTÊNCIA E FATOR DECREMENTAL DOS PAINÉIS.....	192
TABELA 39 – COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS MEDIDOS E OS DADOS DO LMPT.	195
TABELA 40 – CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURAS SIMULADAS E TEMPERATURAS MEDIDAS	198
TABELA 41 – DADOS ESTATÍSTICOS ENTRE OS VALORES DE TEMPERATURA MEDIDOS E SIMULADOS PARA O PROTÓTIPO, NO PERÍODO DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008, VERÃO	200
TABELA 42 – DADOS ESTATÍSTICOS ENTRE OS VALORES DE TEMPERATURA MEDIDOS E SIMULADOS PARA O PROTÓTIPO, NO PERÍODO DE 06 A 08 DE MARÇO DE 2008, VERÃO	201
TABELA 43 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDES TÉRMICAS DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADAS NO COMFIE PARA O VERÃO.....	204
TABELA 44 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS OBTIDAS NA SIMULAÇÃO DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE PARA O PERÍODO DE VERÃO (°C).....	204
TABELA 45 – VALORES DO FATOR DECREMENTAL OBTIDOS NA SIMULAÇÃO DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE PARA O PERÍODO DE VERÃO	205
TABELA 46 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO DIA TÍPICO DE VERÃO.....	210
TABELA 47 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DE UM DIA TÍPICO DE VERÃO (°C).....	211
TABELA 48 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA DE UM DIA TÍPICO DE VERÃO.....	211

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PRODUTOS DISPONÍVEIS DENTRO DOS PROGRAMAS E AÇÕES DO MINISTÉRIO DAS CIDADES.....	22
QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS COMPENSADOS DE ACORDO COM LOCAL DE UTILIZAÇÃO E ADESIVO.....	88
QUADRO 3 - QUANTO À DENSIDADE:.....	93
QUADRO 4 - QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS NA CHAPA	93
QUADRO 5 - QUANTO AO TIPO DE PRENSAGEM.....	94
QUADRO 6 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR O FLUXO DE CALOR	140
QUADRO 7 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS DE MADEIRA SIMULADO NO SISTEMA CASTELLAMARE, SEGUNDO O PROJETO DE NORMA ABNT – 02:136.01.001.....	205

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL, POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO NO BRASIL – 1991/2000/2004-2005	24
GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES DO DÉFICIT HABITACIONAL – BRASIL E REGIÕES METROPOLITANAS – 1991/2000/2005	25
GRÁFICO 3 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO (%) DAS CLASSES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO PAÍS	47
GRÁFICO 4 – COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS ANTES DA CALIBRAÇÃO	138
GRÁFICO 5 – COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS APÓS CALIBRAÇÃO.....	138
GRÁFICO 6 – COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO MEDIDOS PELO SOLARÍMETRO E DADOS OBTIDOS NO INMET	150
GRÁFICO 7 – CORRELAÇÃO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO MEDIDOS PELO SOLARÍMETRO E DADOS DE RADIAÇÃO OBTIDOS NO INMET	150
GRÁFICO 8 – COMPARAÇÃO ENTRE AS PARCELAS DE RADIAÇÃO MEDIDAS E DADOS OBTIDOS NO INMET	163
GRÁFICO 9 – VALORES DO ALBEDO PARA OS VÁRIOS DIAS E POSIÇÕES CONSIDERADAS E A TENDÊNCIA DO VALOR MESMO PARA 0,30	164
GRÁFICO 10 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO INVERNO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS NO PERÍODO DE 09 A 14 DE AGOSTO DE 2007	166
GRÁFICO 11 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS, PARA TRÊS DIAS DO PERÍODO MONITORADO DE INVERNO DE 10 A 12 DE AGOSTO DE 2007	168
GRÁFICO 12 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO VERÃO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS NO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO, DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008.....	169
GRÁFICO 13 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO VERÃO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS, PARA TRÊS DIAS DO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO - 06 A 08 DE MARÇO DE 2008	170
GRÁFICO 14 – MÉDIAS DAS MÍNIMAS; MÉDIAS DAS MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA MÉDIA DOS PROTÓTIPOS PARA OS PERÍODOS MONITORADOS DE INVERNO E VERÃO	173
GRÁFICO 15 – COMPARAÇÃO ENTRE A AMPLITUDE TÉRMICA DOS PROTÓTIPOS PARA O PERÍODO MONITORADO DE INVERNO E VERÃO	173
GRÁFICO 16 – COMPARAÇÃO DA RADIAÇÃO GLOBAL EM PLANO HORIZONTAL MEDIDA PRÓXIMA AOS PROTÓTIPOS COM PAINÉIS DE MADEIRA.....	175
GRÁFICO 17 – COMPARAÇÃO DOS DADOS MONITORADOS COM O SOLARÍMETRO E OS DADOS DO INMET	177

GRÁFICO 18 – RESISTÊNCIA TÉRMICA PARA OS PAINÉIS DE MADEIRA.....	181
GRÁFICO 19 – RELAÇÃO DENSIDADE X RESISTÊNCIA DOS PAINÉIS	182
GRÁFICO 20 - RELAÇÃO ENTRE FLUXO TÉRMICO E DIFERENÇA ENTRE TEMPERATURAS SUPERFICIAIS PARA OS PAINÉIS DE MADEIRA PESQUISADOS	185
GRÁFICO 21 – GRÁFICO DE DADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA (TESTE COMPARATIVO DE TUKEY) PARA O PAINEL WALL	188
GRÁFICO 22 – RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL AGLOMERADO	188
GRÁFICO 23 - RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL COMPENSADO	189
GRÁFICO 24 - RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL OSB	189
GRÁFICO 25 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA E AMPLITUDE TÉRMICA	191
GRÁFICO 26 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA E FATOR DECREMENTAL	192
GRÁFICO 27 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA OBTIDA NA PESQUISA E RESISTÊNCIA TÉRMICA DETERMINADA PELO LMPT (ISO 8301: 1991).....	196
GRÁFICO 28 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO – DADOS DAS TEMPERATURAS DOS PROTÓTIPOS MEDIDOS E SIMULADOS.....	199
GRÁFICO 29 – DESEMPENHOS DOS PAINÉIS NA TROCA DOS MATERIAIS DE VEDAÇÃO DAS PAREDES DO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADOS NO COMFIE, NO PERÍODO DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008	202
GRÁFICO 30 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS NA TROCA DOS MATERIAIS DE VEDAÇÃO DAS PAREDES DO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADOS NO COMFIE, NO PERÍODO DE 06 A 08 DE MARÇO DE 2008	203
GRÁFICO 31 – TEMPERATURAS MÁXIMAS DIÁRIAS E PARÂMETROS DO PROJETO DE NORMA ABNT – 02:136.01.001.....	207
GRÁFICO 32 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS DE MADEIRA PARA UM DIA TÍPICO DE VERÃO.....	210

LISTA DE SIGLAS

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASES – Fórum da Sociedade Americana de Energia Solar
ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*
AUTOMET – Projeto de Transferência de Tecnologia na Autoconstrução de Moradias
BNH – Banco Nacional da Habitação
BP – Baixa Pressão
CEF – Caixa Econômica Federal
CETHS – Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis
CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
COHAB-CT – Companhia de Habitação Popular de Curitiba
COHAB-GB – Companhia de Habitação Popular da Guanabara
COMFIE – *Calcul d'Ouvrages Multizones Fixé à une Interface Experte*
DI – Desenvolvimento Institucional
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EPS – Poliestireno expandido
FAR – Fundo de Arrendamento Residencial
FAS – Fórum de Ação Social
FDS – Fundo de Desenvolvimento Social
FF – *Finish Foil*
FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FINSOCIAL – Fundo de Investimento Social
FIPLAN – Fundo de Financiamento de Planejamento Local e Integrado
HBB – Habitar Brasil BID
HDF – *High Density Fiberboards*
IAPI – Institutos de Aposentadorias e Pensões
ICE – *Indoor Climate and Energy*
IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INOOCOPs – Institutos de Orientação a Cooperativas Habitacionais
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – *Intergovernmental Panel of Climate Change*
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias
LECS – Linha de Pesquisa em Edificações e Comunidades Sustentáveis
LMPT – Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Físicas de Materiais
LVL – *Laminated Veneer Lumber*
MBES – Ministério da Habitação e do Bem Estar Social
MDF – *Medium Density Fiberboard*
MDI – Resina poliuretânica - Metano di-isocianeto
MHU – Ministério da Habitação, Urbanismo e Desenvolvimento Urbano
MPUF – Resina fenólica - Melanina fenol uréia formol
NBR – Normas Brasileiras
NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
OGU – Orçamento Geral da União

OSB – *Oriented Strand Board*
OSL – *Oriented Strand Lumber*
PAR – Programa de Arrendamento Residencial
PLANASA – Plano Nacional de Saneamento
PLANHAB – Plano Nacional de Habitação Popular
PMV – *Predicted Mean Vote*
PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied*
PROFILURB – Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados
PROTECH – Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo
PROTECH – Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo
PSL – *Parallel Strand Lumber*
PVC – Cloreto de Polivinila
SBPE – Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos
SCTDE – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico
SEPURB – Secretaria de Política Urbana
SERFHAU – Serviço Federal de Habitação e Urbanismo
SFH – Sistema Financeiro da Habitação
SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná. Atualmente Instituto Tecnológico SIMEPAR
SRY – *Short Reference Year*
THEDES – *Thermal Design*
Ti – Temperatura interna
TRY – *Test Reference Year*
UAS – Urbanização de Assentamentos Subnormais
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	7
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 PANORAMA HISTÓRICO DA HABITAÇÃO SOCIAL BRASILEIRA	10
3.2 déficit habitacional BRASILEIRO	23
3.3 ESTUDOS REALIZADOS DENTRO DA TEMÁTICA ABORDADA	30
3.4 TECNOLOGIAS APROPRIADAS E SUSTENTABILIDADE NA HABITAÇÃO SOCIAL	42
3.5 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA	49
3.5.1 TROCAS TÉRMICAS NAS EDIFICAÇÕES	51
3.5.1.1 CONDUÇÃO	52
3.5.1.2 CONVECÇÃO	53
3.5.1.3 RADIAÇÃO TÉRMICA	54
3.5.1.4 EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO	55
3.6 CONFORTO TÉRMICO	57
3.7 AVALIAÇÃO DE CONFORTO E DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES	61
3.8 FATORES CLIMÁTICOS E CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE CURITIBA	72
3.9 O USO DE PAINÉIS DE MADEIRA NA HABITAÇÃO	79
3.9.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PAINÉIS DE MADEIRA	83
3.9.1.1 COMPOSTOS LAMINADOS	85
3.9.1.2 COMPOSTOS PARTICULADOS	91
4. MATERIAIS E MÉTODOS	101
4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	101
4.1.1 MATERIAIS	101
4.1.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	101
4.2 METODOLOGIA	102
4.2.1 DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS UTILIZADOS NAS PAREDES DOS PROTÓTIPOS	107
4.2.1.1 PAINEL WALL	108
4.2.1.2 PAINEL DE AGLOMERADO	109
4.2.1.3 PAINEL DE COMPENSADO	111
4.2.1.4 PAINEL DE CIMENTO-MADEIRA	113
4.2.1.5 PAINEL DE OSB	122
4.3 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA E DENSIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS DE MADEIRA EMPREGADOS NA VEDAÇÃO DAS PAREDES DOS PROTÓTIPOS	123
4.4 PROPRIEDADES DOS PAINÉIS PESQUISADOS	126
4.5 MONTAGEM DOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	127
4.6 DESCRIÇÃO DOS PROTÓTIPOS	130
4.7 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA A MEDIÇÃO	135
4.7.1 SENSORES ARMAZENADORES DE TEMPERATURA E UMIDADE “HOBO”	135
4.7.2 TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR	139
4.7.3 SOLARÍMETRO	143
4.8 SOFTWARES UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES	151
4.8.1 SOFTWARE IDA	151

4.8.2 SOFTWARE COMFIE	151
4.9 SIMULAÇÃO DOS PROTÓTIPOS E DE UM MODELO DE HABITAÇÃO DE CUNHO SOCIAL UTILIZANDO O SOFTWARE COMFIE	153
4.9.1 MODELO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL UTILIZADO NAS SIMULAÇÕES DE DESEMPENHO TÉRMICO.....	155
4.10 PROCEDIMENTO ADOTADO PARA ESTIMAR O ALBEDO LOCAL	159
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	165
5.1 MONITORAMENTO DOS PROTÓTIPOS NO INVERNO E VERÃO	165
5.1.1 MONITORAMENTO DE INVERNO E AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS	165
5.1.2 MONITORAMENTO DE VERÃO E AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS	169
5.2 MEDIÇÕES DO FLUXO TÉRMICO ATRAVÉS DOS PAINÉIS	174
5.2.1 MEDIÇÕES DO FLUXO TÉRMICO ATRAVÉS DOS PAINÉIS EM BANCADA EXPERIMENTAL - MÉTODO FLUXOMÉTRICO	192
5.3 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES	197
5.3.1 SIMULAÇÃO DOS PROTÓTIPOS	197
5.3.2 SIMULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASTELLAMARE A PARTIR DOS DADOS CLIMÁTICOS RELATIVOS AO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO	201
5.3.3 SIMULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASTELLAMARE COM O DIA TÍPICO 1% PARA CURITIBA	208
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	212
REFERÊNCIAS.....	215

RESUMO

A construção de habitações em madeira ainda sofre preconceitos tanto por parte de seus usuários como também dos profissionais ligados à área da construção. Este fato pode ser motivado por questões culturais e pelo desconhecimento das reais características técnicas deste material. Considerando-se que o Brasil é um país de grande potencial agrícola e florestal e que a madeira é um material de construção facilmente renovável, seu uso adequado e o uso de painéis compostos laminados ou compostos particulados de madeira, como elementos construtivos, podem contribuir para o aproveitamento racional e integral da madeira. Este uso adequado pode resultar, ainda, na melhoria do desempenho de habitações em madeira e em alternativa para suprir o déficit habitacional brasileiro. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o comportamento térmico de painéis de madeira para uso em habitações de interesse social. O estudo realizado utiliza cinco tipos de painéis de madeira: painel “Wall” (da Eternit); compensado; aglomerado; painel OSB (*Oriented Strand Board*); e painel de cimento-madeira. O estudo abrange o monitoramento, simulações de modelos e análise do comportamento térmico de painéis de madeira empregados nas vedações de paredes de células-teste, denominadas protótipos, e de uma habitação de cunho social. A pesquisa foi conduzida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba, Bairro Ecoville, onde os protótipos foram construídos. Trata do monitoramento dos protótipos, durante os períodos de inverno e verão; da caracterização das características termofísicas dos painéis – incluindo a condutividade e resistência térmica através da análise dos fluxos de calor; e de simulações dos protótipos e de uma habitação de cunho social, assumindo a troca do material originalmente utilizado nas vedações das paredes pelos painéis de madeira. Os resultados da pesquisa apontam quais painéis, dentre os pesquisados, apresentam o melhor comportamento térmico.

Palavras-chave: Painéis de Madeira, Comportamento Térmico, Medição do Fluxo Térmico.

ABSTRACT

Wood houses are still neglected by their users and by the professionals of the construction sector. This fact can be due to cultural issues and to unawareness of the real technical characteristics of this material. Brazil has a high agricultural and foresting potential and wood is a renewable material, which adequate use and the use of plywood building systems as building elements can contribute to a rational and complete use of the wood. The adequate use may improve the performance of wood houses and could be an alternative to meet the Brazilian housing demand. The main purpose of this work is to assess the thermal performance of wood panels in houses of social interest. The study uses five types of wood panels: “Wall” panel (Eternit); plywood; agglomerated; OSB panel (Oriented Strand Board) and cement-wood panel. The study consists of monitoring, simulation of models and the analysis of thermal performance of wood panels used in small-scale test cells walls, called prototype and in a social house. The research was carried out at *Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba, Bairro Ecoville*, where all the prototypes were built. The discussion is on monitoring the prototypes during winter and summer time and on simulations of the prototypes and of one of the social houses. The social house had the material changed by wood panels. The results show which of the analysed panels presented the best thermal performance.

Key words: Wood-panels, thermal performance, heat flux measurements.

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da civilização, o Homem procurou um local para se abrigar das intempéries, bem como dos ataques de outros animais. Conforme desenvolve suas habilidades, começa a empregar novos materiais para a construção de sua moradia, a pedra, a madeira, a terra, dentre outros.

Ao longo da história, observam-se períodos em que as alterações provocadas pelo Homem no ambiente natural para atender às suas necessidades de sobrevivência não afetavam a capacidade de regeneração desse ambiente. Num segundo momento, percebeu que a capacidade de regeneração e recuperação da natureza é limitada e se torna nômade, buscando outras fontes para suprir sua necessidade de sobrevivência toda vez que essas se esgotam no meio onde se encontrava. Através do conhecimento, descobre maneiras de prolongar sua permanência em um mesmo local, o que resulta em uma transformação desta natureza que não mais volta a ser a mesma, sendo degradada ao longo do tempo. Esse mesmo conhecimento faz com que o Homem reconheça a necessidade de buscar meios de atender suas necessidades sem comprometer as perspectivas das gerações futuras, promovendo o que se denomina como desenvolvimento sustentável.

De acordo com Kaick (2002),

“o desenvolvimento sustentável é defendido como potencial de crescimento não somente econômico – que é tido como a única solução para minimizar a pobreza – mas o crescimento que tem como desafio elevar o nível geral de qualidade de vida da população em sintonia com a eficiência econômica, a equidade social e a conservação dos recursos naturais”.

As soluções sustentáveis conduzem a uma abordagem holística do mundo como um todo integrado, um sistema cujas partes se relacionam de modo interdependente. A visão ecológica acrescenta a isto a preocupação de como essas partes se encaixam em seu ambiente natural e social, a origem das matérias primas, como estas são transformadas, de que maneira seu uso afeta o meio ambiente e

como a comunidade faz uso de determinada tecnologia.

Esta preocupação com a adoção de medidas sustentáveis surge após o longo período em que o Homem, em busca do “desenvolvimento”, principalmente do crescimento econômico, explorou e consumiu os recursos naturais, degradando o meio ambiente natural, tendo como consequência problemas sociais, escassez de recursos, extinção de espécies, contaminação do solo, poluição do ar e da água, dentre outros. Faz-se necessária a discussão de como encaminhar a questão do desenvolvimento das nações, com vistas à manutenção das espécies e do acesso global à qualidade de vida (SATTLER *et al.*, 2003).

Segundo os autores, os impactos citados prejudicam diretamente a vida do Homem e, mais ainda, uma parcela da população que vive à parte destes elementos geradores de impactos, morando às margens das cidades, geralmente sem acesso à infra-estrutura urbana, a equipamentos comunitários e à habitação.

Torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas que indiquem alternativas de materiais, métodos, processos de fabricação, uso, reciclagem, transporte; que permitam a opção de controle sobre diversas variáveis, tais como o custo, que impactos seu uso terá na natureza, na saúde do Homem em seu manuseio, sua durabilidade, a manutenção, o descarte, como se dará sua degradação, dentre outros fatores, que tenham sido considerados e que resultem em tecnologias mais apropriadas.

Entende-se como "Tecnologia Apropriada" uma maneira de ajustar realidades e recursos diferenciados, adequando determinadas tecnologias, em termos de processo e produto, às condições da vida e trabalho humano e às características culturais e regionais próprias da comunidade que a desenvolve.

Segundo Krüger (2000, p.5), a Tecnologia Apropriada pode ser analisada sob dois aspectos: dos recursos humanos e dos recursos naturais, de modo a atender às necessidades de uma população, utilizando os recursos disponíveis em uma determinada região. Em relação aos recursos humanos, cita-se o “saber fazer” como sendo a capacidade de compreender e desenvolver tecnologias de maneira

autônoma, buscando adequar as tecnologias existentes aos recursos naturais, respeitando-se as limitações existentes e prevendo-se as conseqüências de suas aplicações, com consciência dos impactos positivos ou negativos destas ações sobre a natureza.

O interesse pelos recursos renováveis aumentou mundialmente devido à preocupação com o esgotamento de recursos naturais e escassez de energia. Discute-se os problemas com o aquecimento global e os meios para se conter a crescente emissão de gases causadores do efeito estufa. Nas propostas, estão desde o repasse do “preço do carbono” aos consumidores e produtores do mesmo, o uso de fontes de energia renováveis como a eólica, solar, geotérmica; o estímulo à eficiência energética através de subsídios, tarifas preferenciais; uso de biocombustíveis até mudanças nos padrões de construção. Destaca-se aqui a importância de pesquisas nessa área, na busca de conhecimento das potencialidades dos materiais de construção existentes e/ou na pesquisa de novos materiais empregados nas construções.

O Relatório do Painel Intergovernamental para a Mudança Climática¹ (IPCC), afirma que as florestas têm potencial para reduzir os efeitos das emissões globais de dióxido de carbono, um dos seis gases que provocam o efeito estufa. As árvores absorvem o CO₂ na fotossíntese, neutralizando, desta forma, a emissão do dióxido

1 O painel Intergovernamental na mudança do clima (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) foi estabelecido pela Organização Meteorológica de Mundo - WMO e pelo Programa Unido do Ambiente das Nações - UNEP para avaliar a informação econômica científica, técnica e sócio-relevante para a compreensão da mudança do clima, os seus impactos, do potencial e as opções para a adaptação e a redução. Está finalizando atualmente seu quarto relatório da “mudança 2007 da avaliação climática”, consultada também como a AR4 (quarto relatório da avaliação). Os relatórios fornecem uma avaliação detalhada e moderna do estado atual do conhecimento na mudança do clima. O primeiro relatório da avaliação foi terminado em 1990, o segundo relatório da avaliação em 1995 e o terceiro relatório da avaliação em 2001. Os relatórios da avaliação consistem normalmente nos relatórios científicos, técnicos e socioeconômicos com a avaliação dos grupos de funcionamento de IPCC e seus sumários para Policymakers, e em um relatório da síntese. Em sua décima oitava sessão em setembro 2001 o painel decidiu continuar a preparar relatórios detalhados da avaliação e concordou que o quarto relatório (AR4) estaria terminado em 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>> Acesso em 05 maio 2007 – 09:50h.

de carbono. Afirma ainda que as atividades ligadas às florestas podem se integrar a programas de desenvolvimento sustentável, contribuindo para a preservação ambiental e na redução da pobreza (GAZETA DO POVO, 2007).

O fato de ajudar comunidades a se adaptarem às mudanças do clima, através de ações como a restauração de florestas danificadas, terras úmidas e outros *habitats*, pode contribuir para o aumento da capacidade de regeneração destas florestas ao mesmo tempo em que ajudam esta mesma comunidade na geração de renda.

A madeira é um material de construção facilmente renovável, energeticamente eficiente tanto na sua produção, no seu processamento e no seu uso (MARRA, 1992).

De acordo com Iwakiri (2005), a floresta pode ser utilizada de diversas formas e para diversas finalidades, a madeira “in natura” em toras; a madeira em produtos sem industrialização ou semi-industrializados - utilizados como postes, mourões ou similares; madeira serrada com ou sem beneficiamento; laminadas em lâminas e compensados. Pode ainda ser transformada em energia, utilizando-se a madeira como lenha, carvão vegetal, álcool; como partículas utilizadas nos aglomerados; em forma de fibras nos papéis e chapas duras; além de fornecer outros produtos, como frutos, resinas, borracha, óleo, essências vegetais, dentre outros.

As árvores, em função de suas direções de crescimento, formam lenhos com estrutura heterogênea e anisotrópica. As características, disposições e frequência dos elementos celulares resultam em algumas limitações naturais do uso da madeira, em relação: às dimensões das peças, no que tange à largura e ao comprimento, limitados ao diâmetro e altura das árvores; a anisotropia, influenciando nas propriedades físicas e mecânicas nas distintas direções de crescimento, sejam estas tangencial, radial ou longitudinal; e aos defeitos naturais como os nós, inclinação da

grã², percentagem de lenho juvenil e adulto, lenhos de reação, largura dos anéis de crescimento, presença de canais resiníferos, a composição química – que interferem no comportamento final da madeira. O uso de painéis compostos laminados ou compostos particulados de madeira pode contribuir para o aproveitamento racional e integral da madeira, resultando ainda na melhoria das propriedades destes produtos em relação ao uso da madeira natural.

Segundo Brito *et al.* (2006, p.17), o Brasil apresenta excelentes condições para a produção de painéis de madeira, considerando a disponibilidade do cultivo em larga escala de essências florestais de rápido crescimento. Aliado a isto, o fato da madeira ser uma matéria-prima renovável e requerer baixo consumo de energia para seu processamento, em relação a outros produtos de mesma aplicação, faz da mesma um produto ideal para construções sustentáveis.

No Brasil, a discussão acerca de alternativas construtivas para solucionar o problema da falta de moradias tem indicado modelos com emprego dos mais variados materiais. A pesquisa apresentada por Dumke (2002) avaliou o desempenho térmico de dezoito moradias, de cunho social, de diferentes sistemas construtivos edificadas na Vila Tecnológica de Curitiba, em relação às condições do clima local. A pesquisa possibilitou avaliar as qualidades de diversas construções de acordo com as especificidades regionais, os tipos de projetos, os materiais empregados nas vedações das paredes externas, piso e cobertura. Os resultados indicaram o grau de adequação dos sistemas construtivos analisados ao clima local. De acordo com Dumke (2002, p. 19), “considerando-se a gravidade do déficit habitacional existente, o desenvolvimento de metodologias de avaliação de sistemas construtivos relacionados ao desempenho térmico de habitações é uma importante ferramenta tanto na escolha de tecnologias apropriadas a ser aplicada, como na forma de aplicação dos escassos recursos existentes na área”. Dentro deste

² Grã – É a orientação dos elementos celulares em relação ao eixo vertical da árvore. Quando irregular, dependendo do uso que se vai destinar a madeira, pode constituir um defeito, prejudicando o acabamento, secagem e outras operações.

contexto, a madeira de reflorestamento pode ser uma alternativa adequada pela sua disponibilidade como recurso renovável, suas propriedades mecânicas e sua baixa condutividade térmica comparativamente a materiais minerais como o concreto e elementos cerâmicos. Destaca-se o preconceito existente para o emprego da madeira, devido a questões culturais e desconhecimentos técnicos das potencialidades deste material, associando-a à idéia de construção fraca, desconfortável e desapropriada ao clima tropical.

Sendo a madeira um recurso natural renovável, o conhecimento de suas características - possibilidades de aplicação dos painéis de madeira; dos tipos de painéis existentes; das características de suas matérias primas; da trabalhabilidade destes materiais; de suas características físico-químicas e mecânicas e de conforto, associadas às características termo físicas dos materiais, dentre outras se mostram de grande importância. Estes conhecimentos permitem, aos profissionais ligados à área de projetos, uma análise apurada durante o processo de criação de uma edificação, de maneira que o mesmo possa intervir optando por soluções, cujo resultado final atenda às necessidades das pessoas, numa abordagem voltada à preservação dos recursos naturais.

2. OBJETIVOS

A pesquisa tem como objetivo geral avaliar: o comportamento térmico de painéis de madeira para uso em habitações de interesse social.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- 1) Construir e avaliar as variações de temperatura interna em protótipos de painéis de madeira, construídos em escala reduzida, em comparação com protótipo de iguais dimensões construído de alvenaria de tijolos cerâmicos.
- 2) Medir o fluxo térmico através de cada painel sob condições de exposição natural.
- 3) Medir o fluxo térmico através de cada painel sob condições de exposição em regime permanente.
- 4) A partir de dados medidos nos protótipos realizar simulações em ferramenta computacional para calibração de modelo
- 5) Simulação em ferramenta computacional para habitação de cunho social, adotando valores obtidos de condutividade térmica para cada painel.

Esta pesquisa caracteriza-se como sendo de cunho quantitativo, pois supõe-se uma população de objetos de observação comparáveis entre si. A pesquisa foi conduzida através de monitoramentos com mensurações precisas e simulações com controle de variáveis.

Construiu-se cinco protótipos com diferentes tipos de painéis de madeira utilizados nas vedações das paredes, de modo que, ao final do monitoramento, fosse possível fazer a comparação de comportamento térmico entre os protótipos e também que estes fossem comparados a um protótipo de referência, construído em alvenaria de tijolos cerâmicos. Estes protótipos foram monitorados durante seis dias completos, no verão e no inverno, calculando-se as médias mínimas, e médias máximas das temperaturas internas, bem como a amplitude média registrada em cada protótipo analisado.

Além do monitoramento das temperaturas internas, realizou-se medições do fluxo de calor para cada tipo de painel utilizado nas paredes dos protótipos.

Em outra etapa da pesquisa, modelou-se o protótipo para simulação do comportamento térmico, considerando-se a troca do tipo de painel utilizado nas vedações das paredes, o que permitiu a comparação do comportamento térmico entre os painéis de madeira pesquisados.

O capítulo 2 da tese apresenta um panorama histórico da habitação social brasileira, os problemas de qualidade das moradias destinadas às classes menos favorecidas, desde as construções destinadas aos escravos, passando pelas vilas operárias e as construções nos grandes centros, habitações coletivas consideradas verdadeiras senzalas urbanas, os chamados cortiços. Nesse capítulo, são abordados as medidas tomadas pelos governos para sanar o problema da falta de higiene destas construções, bem como incentivos às empresas na construção de habitações para seus trabalhadores. Tratou-se dos principais programas lançados pela política governamental adotada para construção de moradias populares ao longo dos anos até o atual governo. Nesse capítulo, é abordado também o problema do déficit habitacional brasileiro, as principais causas desta dificuldade ao acesso à moradia própria, que contribui para o aumento de moradias precárias nas periferias das cidades. No capítulo 2, apresentam-se estudos realizados dentro da temática abordada; discute-se a importância na sensibilização dos profissionais, ligados à área de projetos, na busca por materiais e tecnologias mais apropriadas, dentro de uma visão holística da arquitetura; discorre-se sobre a sustentabilidade na habitação social; faz-se um levantamento histórico sobre os primeiros estudos acerca da Arquitetura Bioclimática, seus princípios, as principais formas de trocas de calor que ocorrem em edificações; sobre o conforto térmico, incluindo a avaliação de conforto e desempenho térmico de edificações; trata-se dos fatores climáticos e das características do clima de Curitiba. O capítulo 2 aborda ainda um pouco da história dos painéis de madeira, as indústrias no Brasil e no mundo, a classificação dos painéis e os tipos de painéis existentes.

O capítulo 3 aborda a metodologia adotada; a descrição dos painéis analisados; a confecção do painel de cimento-madeira; a montagem dos protótipos; a descrição dos equipamentos de medição e as ferramentas de simulação empregadas; descreve a habitação de interesse social utilizada como modelo para simulação de uma habitação em escala real, com substituição do bloco de concreto originalmente utilizado como vedação das paredes pelos painéis de madeira avaliados na pesquisa. O capítulo 3 apresenta também os procedimentos adotados para estimar o albedo local – onde os protótipos foram construídos, com a finalidade de caracterizar o entorno do local dos experimentos.

O capítulo 4 traz os resultados e discussão do monitoramento dos protótipos para o período de inverno e para o período de verão. Faz a avaliação do desempenho dos protótipos com os resultados dos monitoramentos de temperatura. Apresenta ainda os resultados das medições do fluxo térmico; a criação dos modelos de simulação para os protótipos e também para a habitação de cunho social – sistema Castellamare. O capítulo 4 apresenta ainda a simulação do sistema Castellamare para um dia típico a 1%.

Finalmente no capítulo 5, são apresentadas as conclusões e recomendações para futuras pesquisas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PANORAMA HISTÓRICO DA HABITAÇÃO SOCIAL BRASILEIRA

No Brasil, os problemas de qualidade das moradias destinadas às classes menos favorecidas, segundo Guimarães *et al.* (1985), datam dos tempos da escravidão, onde o que importava era que esta garantisse aos senhores a impossibilidade de fuga de seus escravos. As primeiras construções destinadas aos escravos são descritas como casebres de taipa, cobertos de palha. Estas foram transformando-se em construções que se aproximavam cada vez mais a uma prisão, com uma única porta e com as janelas dotadas de grades.

Com a abolição da escravatura, em 1888, e com a necessidade de atrair o trabalhador livre para suas lavouras, o senhor de engenho passa a modificar as antigas senzalas, colocando uma porta nos fundos e janelas de frente a fim de dar ao trabalhador liberto as garantias de sua nova condição social. Aos poucos as senzalas vão sendo substituídas pelas vilas operárias e as moradias passam a apresentar sala de frente, sala de jantar, um quarto, e uma cozinha. A cobertura de telha e paredes de alvenaria - rebocadas e caiadas substituíram as antigas senzalas, cubículos imundos onde se amontoavam as populações escravas. Nos grandes centros surgem outros tipos de moradias, as habitações coletivas, consideradas verdadeiras senzalas urbanas - os chamados cortiços - e as moradias, denominadas cabeças-de-porco. Os cortiços são descritos por Guimarães *et al.* (1985) como casas enfileiradas, geminadas, “com o mínimo de espaço para empilhar casais e filhos num diminuto cômodo, sem instalações sanitárias, cozinhas ou bicas d’águas individuais”. Estes eram de uso comunitário, organizados num pátio. Nestas construções, concentram-se os escravos libertos, e os imigrantes italianos, suíços ou alemães que, entre a década de 1891 e 1901 chegam ao Brasil para trabalhar nas plantações de café. Descontentes com as condições que lhes foram oferecidas, bem

diversas das que lhes foi prometida em seus países de origem, rumam para os grandes centros e passam a compartilhar o espaço comum destas moradias.

Preocupados com a falta de higiene destas construções e com os focos das doenças endêmicas e as epidemias, o governo aprova vários decretos contendo códigos de obras, com normas, critérios e exigências especialmente relativas a saneamento e de conforto habitacional.

Como forma de incentivar as empresas na construção de habitações para seus trabalhadores, o governo estabelece obrigações e vantagens. Segundo Guimarães *et al.* (1985), dentre as vantagens, estava a isenção de impostos para a importação de materiais de construção e a concessão de terrenos públicos destinados a casas populares. Assim como no caso das moradias construídas ao redor das fábricas durante a Revolução Industrial, as vilas operárias também se tornam instrumento de coerção, uma vez que estas eram construídas pelos patrões e seus aluguéis altos faziam com que os trabalhadores se apresentassem sempre em débito para com eles. Com o fim da I Guerra Mundial, no final do ano de 1918, o país volta a se desenvolver industrialmente e economicamente. De 1920 a 1930, os principais centros urbanos se expandem, consolida-se a classe média e o operariado aumenta suas reivindicações, influenciados principalmente pelas idéias anarquistas e socialistas trazidas pelos imigrantes italianos e espanhóis.

Com a intensificação da urbanização, o Estado estimula a demolição das “moradias impróprias”, incentivando a construção de novas casas.

Com os poderes públicos incentivando a demolição dos cortiços, cabeças-de-porco e estalagens localizados no centro das grandes cidades, e executando, sempre que possível, remanejamentos destas áreas degradadas, as populações que habitavam estas construções ficam com poucas alternativas para construir suas moradias. Passam a ocupar áreas afastadas dos grandes centros ou constroem suas casas nas encostas dos morros dando origem às favelas.

Paralelamente a estes fatos, importantes movimentos se sucediam, como a Semana da Arte Moderna (São Paulo, 1922) e o Instituto de Arquitetos do Brasil (Rio

de Janeiro, 1921). De acordo com Guimarães *et al.* (1985), a década de 1920 marca também o início da preocupação dos arquitetos com o problema da habitação popular. O I Congresso (1920) e o II Congresso Pan-Americano de Arquitetura (1923) tiveram como um dos temas: Casas Baratas, Urbanas e Rurais na América. Já o III Congresso trouxe o tema: Edificação Econômica, e o IV Congresso (1930) o tema: A Solução Econômica do Problema Residencial.

Os autores apresentam o desenvolvimento da política governamental adotada para construção de moradias populares.

Em 1920, através do Decreto 4.209, o governo de Epitácio Pessoa dá início à política oficial de construção de casas para aluguel destinadas aos operários e proletários.

Em 1923, o Decreto 4.682, do governo de Arthur Bernardes cria, para cada estrada de ferro do País, a Caixa Econômica Federal (CEF) de Aposentadoria e Pensão, destinada aos funcionários, considerada como sendo a origem das organizações de seguro social no Brasil que, mais tarde, assumirão muitas responsabilidades no campo da habitação.

De acordo com Guimarães *et al.* (1985, p. 41), em 1927 a Prefeitura do Distrito Federal contrata o urbanista francês Alfred Agache para elaborar um Plano de Extensão, Remodelação e Embelezamento da Cidade do Rio de Janeiro - denominado de Plano Agache - onde se previa um programa para extinção das favelas.

A revolução de 1930 traz aos trabalhadores algumas conquistas como a criação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio, em 1931, e, com ele, leis sobre a nacionalização do trabalho, a jornada de oito horas diárias, as férias anuais remuneradas e a sindicalização. A preocupação governamental com as questões habitacionais é demonstrada através de autorização às Caixas de Aposentadoria e Pensões para financiar casas, e da ação do governo pernambucano, reduzindo o valor do aluguel das casas populares. Até 1937, a atuação das Caixas de Pensões no problema habitacional apresentava somente alguns resultados inexpressivos,

diante da demanda por este tipo de moradia, focados aos seus associados (marinha mercante e pessoal conexo, comerciários, trabalhadores em trapiches e armazéns, estivadores e bancários).

O período de 1937 a 1940 se caracteriza pela luta em prol da erradicação das favelas, com a construção de “Parques Proletários Provisórios”, grandes conjuntos habitacionais. O governo federal, através dos Institutos de Aposentadorias e Pensões, se mostra preocupado com a qualidade de vida dos moradores destes conjuntos e convoca os mais destacados arquitetos para a elaboração de projetos. O resultado desta política pode ser exemplificado com o conjunto do IAPI “Vila do Carmo” em São Paulo (do arquiteto Atílio Correa Lima), e do conjunto Residencial da Penha (dos arquitetos Marcelo e Milton Roberto), premiado no V Congresso Pan-americano de Arquitetos (Montevidéu, 1940).

Em 1º de maio de 1946, através do Decreto 9.218, o governo Dutra cria a Fundação da Casa Popular, que se propunha a proporcionar a brasileiros e estrangeiros com mais de dez anos de residência no país ou com filhos brasileiros, a aquisição ou construção de moradia própria, em zona urbana ou rural (GUIMARÃES *et al.*, 1985, p.64).

O ano de 1950 revela a preocupação com a construção de conjuntos habitacionais, em vez de casas individuais, como forma de assegurar a aplicação das reservas financeiras dos Institutos de Aposentadorias e Pensões. De acordo com Guimarães *et al.* (1985, p. 55), anos mais tarde chegou-se à conclusão de que os projetos governamentais desenvolvidos pelos Institutos enfrentariam graves problemas decorrentes das crescentes altas dos custos da construção e do processo inflacionário que corroía os salários dos trabalhadores. Ainda que os aluguéis nem sempre tivessem a correção compatível com aquelas altas e os Institutos de Aposentadorias e Pensões tivessem que absorver os prejuízos devidos à desvalorização da moeda. Com recursos limitados para enfrentar o vasto campo de atuação, a Fundação da Casa Popular se propõe a construir casas para venda em terrenos cedidos pelas prefeituras municipais. Paralelamente a esta ação, os

governos tentam reprimir a ocupação espontânea dos espaços urbanos através de leis reguladoras, com decretos que proibiam a construção de favelas no meio urbano (Dec. 8.938/1946) ou com a criação de Comissão para Extinção de Favelas (RJ/DF, 1947).

Contudo, o Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitscheck, de 1956 a 1961, não fazia nenhuma alusão à questão habitacional.

A partir dos anos 1960, o problema habitacional passa para as mãos do governo que adota a política de atendimento à mão de obra produtiva, para auxiliar especialmente os trabalhadores das indústrias e dos transportes, ficando de fora as populações marginalizadas, moradoras dos morros, alagados, dentre outros.

Para responder ao desafio habitacional, o governo de Jânio Quadros cria, em 1961, o Instituto Brasileiro de Habitação e o Conselho Federal da Habitação.

Guimarães *et al.* (1985, p. 67) citam que, em 1962, na segunda sessão do 87º Congresso do Senado dos Estados Unidos, a Subcomissão de Moradias, da Comissão de Atividades Bancárias e Meio Ambiente, reconheceu a relação entre a moradia e a estabilidade das nações livres subdesenvolvidas no mundo e a habitação passa a ser um problema prioritário com o status de “crise”. Neste mesmo ano, no Estado da Guanabara é criada a COHAB-GB, Companhia de Habitação Popular da Guanabara, RJ.

A Lei nº 4.380, de 1964, cria o Banco Nacional da Habitação, BNH, e o Sistema Financeiro da Habitação. A lei estabelecia que o Governo Federal, por meio do Ministro do Planejamento, formularia a política nacional de habitação e de planejamento territorial, coordenando a ação dos órgãos públicos e orientando a iniciativa privada no sentido de estimular a construção de habitações de interesse social, com o financiamento da aquisição da casa própria, especialmente pelas classes de menor renda.

Esta lei criou ainda:

- As Sociedades de Crédito Imobiliário, responsável pelo recebimento de depósitos de particulares e pela emissão de letras imobiliárias e;

- O Serviço Federal de Habitação e Urbanismo / SERFHAU – para desempenhar atribuições antes executadas pela Fundação da Casa Popular, como promover pesquisas e estudos relativos ao déficit habitacional, aspectos do planejamento físico, técnico e sócio-econômico da habitação.

Gabriel Bolaffi (apud GUIMARÃES *et al.*, 1985, p. 89), em comunicação durante o Simpósio de Habitação da XXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, ocorrida em 1975, resume como sendo os objetivos do sistema habitacional:

“Coordenação da política habitacional e do financiamento para saneamento; difusão da propriedade residencial, especialmente entre as classes menos favorecidas; melhoria do padrão habitacional e do ambiente, bem como eliminação de favelas; redução do preço da habitação pelo aumento da oferta, da economia de escala de produção, do aumento da produtividade nas indústrias de construção civil e de redução de intermediários; melhoria sanitária da população; redistribuição regional dos investimentos; estímulo na eficiência privada e, conseqüentemente, aos investimentos; aumento na eficiência da aplicação dos recursos estaduais e municipais; aumento de investimentos nas indústrias de construção civil, material de construção e de bens de consumo duráveis, inicialmente de forma acentuada – até o atendimento da demanda reprimida – e de forma atenuada, mas permanente, para o atendimento das demandas vegetativas e de reposição; aumento da oferta de emprego, permitindo absorver mão de obra ociosa não especializada; criação de pólos de desenvolvimento com a conseqüente melhoria das condições de vida nas áreas rurais”.

O sistema formado pelo BNH inicia com a criação de cooperativas habitacionais abertas sob a orientação de empresários privados, objetivando captar recursos da população que somados aos de origem governamental foram utilizados na construção de grandes conjuntos habitacionais.

Em maio de 1965, numa intervenção do BNH, o programa é alterado e o sistema passa a atuar através dos Institutos de Orientação a Cooperativas Habitacionais - os INOOCOPs e, em nível estadual, através das Companhias de Habitação Popular, as COHABs.

Ainda segundo Guimarães *et al.* (1985, p. 90), os recursos financeiros do BNH incluíam as doações e empréstimos internos e externos, os primeiros

originados da poupança forçada e voluntária, do recolhimento compulsório de 1% da massa de salários de todo o país, abrangido pelo regime CLT – Consolidação das Leis do Trabalho.

Depois de 1967, foi atribuída ao BNH a gestão dos depósitos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, o FGTS, formado pela contribuição obrigatória, efetuada pelas empresas, de 8% dos salários pagos mensalmente aos trabalhadores subordinados aos dispositivos da CLT. O sistema assumia a gestão do dinheiro que os empregadores deviam aos empregados, para efeito de indenização, no caso de uma demissão. Com vistas a estimular a montagem do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos – SBPE, o BNH passa a estimular a criação das Sociedades de Crédito Imobiliário e a venda de Letras Imobiliárias. Com isso o Sistema Financeiro da Habitação – SFH passa a contar com recursos cada vez mais vultuosos, no entanto, o sistema encontrava dificuldades em aplicar estes fundos.

A busca por terrenos baratos para baixar os custos finais das moradias deslocou os projetos habitacionais para áreas sem infra-estrutura urbana, trazendo sérios problemas para seus moradores, para o sistema e para as municipalidades, que se viram na obrigação de atender estas necessidades. Com o tempo, os conjuntos de dimensões cada vez maiores passam a influir na própria direção do desenvolvimento da área urbana. Nasce da necessidade em planejar esse crescimento a fase dos Planos de Desenvolvimento Integrado do Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, o SERFHAU, que passa a utilizar recursos do Fundo de Financiamento de Planejamento Local e Integrado – FIPLAN, para a elaboração de planos com o intuito de corrigir distorções existentes. Com isso o BNH encontra uma alternativa para aplicar parte dos recursos ociosos. Outra alternativa para isso foi a aplicação destes recursos em financiamento de obras de abastecimento de água e sistemas de esgotos, que mais tarde se consubstanciaria no Plano Nacional de Saneamento, o PLANASA. O grande problema ainda continuou a ser o fato da maior parte dos recursos disponíveis estarem sendo aplicados em construções para as

classes média e alta, que dispunham de poder aquisitivo suficiente para adquirir moradias oferecidas pelo sistema financeiro. Enquanto isso, as populações mais carentes encontravam dificuldades em saldar seus compromissos com o sistema, atrasando as prestações além de se negarem a ocupar os conjuntos construídos por estes serem muito distantes dos centros urbanos, à precariedade dos serviços públicos disponíveis (GUIMARÃES *et al.* 1985, p.91).

Cabe destacar os principais acontecimentos entre as décadas de 1970 a 1990:

Na década de 1970, o BNH muda a estratégia para acabar com os aglomerados espontâneos como as favelas e núcleos habitacionais provisórios - e lança o Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados, o PROFILURB, que permitia ao trabalhador, com renda de até cinco salários mínimos, adquirir um lote de terreno urbanizado.

De acordo com Guimarães *et al.* (1985, p.94):

- 1) Em 1973, o governo federal lança o Plano Nacional de Habitação Popular, o PLANHAB, cujo objetivo era o de eliminar o déficit habitacional nas faixas de menor poder aquisitivo;
- 2) Outro programa, criado em 1979, foi o PROMORAR, que teve como finalidade a erradicação de sub-habitações, através da construção de novas habitações, do estímulo ao desenvolvimento comunitário e do apoio à melhoria de infra-estrutura urbana, possibilitando, com isso, a permanência da população beneficiada nas áreas de origem;
- 3) O BNH, ligado ao Ministério do Interior, em 1985, é substituído pelo Ministério do Desenvolvimento Urbano;
- 4) Em 1986, no governo de José Sarney, o BNH é extinto;
- 5) Em 1987, o Ministério do Desenvolvimento Urbano é transformado em Ministério da Habitação, Urbanismo e Desenvolvimento Urbano (MHU) que se vincula à CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF), substituta do BNH;

- 6) Em 1988, o então Ministério da Habitação, Urbanismo e Desenvolvimento Urbano (MHU) é transformado em Ministério da Habitação e do Bem Estar Social (MBES);
- 7) Em 1989, o Ministério da Habitação e do Bem Estar Social (MBES) é extinto e a Habitação passa a se subordinar ao Ministério do Interior e a Caixa Econômica Federal (CEF) se vincula ao Ministério da Fazenda;
- 8) Em 1990, Habitação e CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF) voltam a fazer parte de um mesmo Ministério, o Ministério da Ação Social.

O período entre a extinção do BNH e o início do governo Collor, em 1990, destaca-se pela profunda crise institucional pela qual passou a questão habitacional, apresentando baixo desempenho social, alto nível de inadimplência e baixa liquidez do sistema (FREITAS, 2004).

Os anos 90 foram marcados por medidas executadas para facilitar a quitação de imóveis financiados e implementar programas de construção de moradias como o Plano de Ação Imediata para a Habitação (PAIH).

Em 1993, foi criado o Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo – PROTECH, com o objetivo de encaminhar soluções para a questão da habitação social do país. Utilizava recursos provenientes da alienação de imóveis residenciais de propriedade da União.

De acordo com Lorenzetti (2001, p.20), nos anos seguintes à extinção do BNH, em especial com a reforma administrativa empreendida pelo Governo Collor, assistiu-se a uma descoordenação institucional do setor habitacional, cuja ação ficou pulverizada por um grande número de órgãos, com atuações muitas vezes conflitantes. Além disso, os vários programas habitacionais empreendidos no período mostraram-se inadequados e incapazes de atender a parcela da população mais atingida pelo déficit habitacional.

Durante o governo Fernando Henrique Cardoso (FHC), o Ministério do Bem-Estar Social é extinto e é criada a Secretaria de Política Urbana (SEPURB), no âmbito do Ministério de Planejamento e Orçamento.

Segundo Maricato (1998, p.6),

“...o governo FHC propôs uma Secretaria de Política Urbana, à qual ficaram subordinadas as diretorias de habitação e saneamento. O fato da gestão habitacional estar no Ministério do Planejamento e não estar ligado a qualquer organismo de política de assistência social, como havia ocorrido no governo Collor, reconhece a correta dimensão e importância econômica da questão. Essas propostas institucionais coincidem com as proposições contidas no capítulo da Reforma Urbana do Programa de Governo do candidato de oposição Luiz Inácio Lula da Silva, divulgado na campanha para Presidente da República em 1994”.

O governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, cria o Ministério das Cidades, que passa ser o órgão responsável pela Política Nacional de Desenvolvimento Urbano e, dentro dela, pela Política Setorial de Habitação. Integram o Ministério das Cidades: a Secretaria Nacional de Habitação, a Secretaria Nacional de Programas Urbanos, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental e a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana (MCIDADES; 2006, p. 12).

Dentre os Programas e Ações, propostos pelo atual governo, foram encontrados (MCIDADES, 2006):

- 1) Apoio à Melhoria das Condições de Habitabilidade de Assentamentos Precários (antigo Morar Melhor) – Programa voltado principalmente ao apoio a estados, Distrito Federal e municípios para melhorar as condições de habitabilidade de populações residentes em assentamentos humanos precários, reduzindo riscos mediante sua urbanização e integrando-os ao tecido urbano da cidade. O programa é implementado por meio do repasse de recursos do Orçamento Geral da União aos estados, Distrito Federal, municípios ou órgãos das respectivas administrações direta ou indireta, que aportam contrapartida que será constituída por recursos financeiros, bens ou serviços financeiramente mensuráveis, passíveis de compor o investimento, respeitado o cronograma físico-financeiro que vier a ser estabelecido para o empreendimento. O aporte de contrapartida é obrigatório e será calculado em valor correspondente aos percentuais estabelecidos pelo

Ministério das Cidades sobre o valor do repasse da União, em conformidade com a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) vigente e com base no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), variando de 3 a 30% no caso de municípios e 10 a 40% no caso do DF e estados.

- 2) Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional Destinada a Famílias de Baixa Renda (antigo Morar Melhor) - Programa voltado ao apoio a estados, Distrito Federal e municípios para viabilizar o acesso à moradia de famílias de baixa renda, que vivem em localidades urbanas e rurais. Os recursos financeiros são os mesmos do programa anterior.
- 3) Programa Habitar Brasil BID – HBB - O Programa destina recursos para o fortalecimento institucional dos municípios e para a execução de obras e serviços de infra-estrutura urbana e de ações de intervenção social e ambiental, por meio, respectivamente, do Subprograma de Desenvolvimento Institucional (DI) - que objetiva fortalecer a capacidade dos municípios para atuar na melhoria das condições habitacionais da população, com foco especial nas famílias de baixa renda e do Subprograma de Urbanização de Assentamentos Subnormais (UAS) - que desenvolve obras e serviços para regularização e urbanização de assentamentos precários complementados com ações voltadas para o desenvolvimento comunitário da população residente, e a regularização fundiária. A fonte de recursos para estes programas é proveniente do Orçamento Geral da União (OGU), e de contrapartida do proponente.
- 4) Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social - PSH - objetiva oferecer acesso à moradia adequada a cidadãos de baixa renda por intermédio da concessão de subsídios, concedidos na assinatura do contrato de crédito habitacional junto às instituições financeiras habilitadas a operar no programa. Os recursos são provenientes do Orçamento Geral da União (OGU) e do aporte de contrapartida

proveniente dos estados, DF e municípios.

- 5) Programa de Arrendamento Residencial - PAR - tem por objetivo propiciar moradia à população de baixa renda, sob a forma de arrendamento residencial com opção de compra. São diretrizes do programa o fomento à oferta de unidades habitacionais e à melhoria das condições do estoque de imóveis existentes, a promoção da melhoria da qualidade de vida das famílias beneficiadas, a intervenção em áreas objeto de Planos Diretores, a criação de novos postos de trabalho diretos e indiretos, o aproveitamento de imóveis públicos ociosos em áreas de interesse habitacional e o atendimento aos idosos e portadores de deficiência física. Os recursos são provenientes do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), criado exclusivamente para aplicação no PAR, composto com recursos onerosos, provenientes de empréstimo junto ao FGTS, e recursos não onerosos, provenientes do Fórum de Ação Social - FAS, do Fundo de Investimento Social - FINSOCIAL, Fundo de Desenvolvimento Social - FDS e do Programa de Difusão Tecnológica para a Construção de Habitação de Baixo Custo – PROTECH.
- 6) Programa Crédito Solidário - programa de financiamento habitacional para atendimento às necessidades da população de baixa renda. Os recursos para este programa são do Fundo de Desenvolvimento Social – FDS.

O Quadro abaixo mostra um resumo dos principais programas do atual governo, a quem são destinados e a fonte de recurso.

Produtos	PROGRAMA/AÇÃO	PROPONENTE	FONTE
Construção de unidades habitacionais	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
	Carta de Crédito Associativo	Pessoa física	FGTS
	Apoio à Produção	Pessoa jurídica	FGTS
	Pró-Moradia	Poder público	FGTS
	Programa de Arrendamento Residencial (PAR)	Pessoa jurídica	FAR
	Programa Crédito Solidário	Pessoa física	FDS
Aquisição de unidade habitacional nova	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
	Carta de Crédito Associativo	Pessoa física	FGTS
	Programa de Arrendamento Residencial (PAR)	Pessoa jurídica	FAR
Aquisição de unidade habitacional usada	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
Conclusão, ampliação, reforma ou melhoria de unidade habitacional	Apoio à Melhoria das Condições de Habitabilidade de Assentamentos Precários	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
	Programa Crédito Solidário	Pessoa física	FDS
Aquisição de material de construção	Apoio à Melhoria das Condições de Habitabilidade de Assentamentos Precários	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
	Programa Crédito Solidário	Pessoa física	FDS
Aquisição de lote urbanizado	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Individual	Pessoa física	FGTS
Produção de lote urbanizado	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Associativo	Pessoa física	FGTS
Requalificação de imóveis urbanos	Apoio ao Poder Público para Construção Habitacional	Poder público	OGU
	Carta de Crédito Associativo	Pessoa física	FGTS
	Programa de Arrendamento Residencial (PAR)	Pessoa jurídica	FAR
Urbanização de assentamentos precários	Apoio à Melhoria das Condições de Habitabilidade de Assentamentos Precários	Poder público	OGU
	Habitar-Brasil/BID	Poder público	OGU
	Pró-Moradia	Poder público	FGTS
Desenvolvimento institucional	Habitar-Brasil/BID	Poder público	OGU
	Pró-Moradia	Poder público	FGTS

QUADRO 1 – PRODUTOS DISPONÍVEIS DENTRO DOS PROGRAMAS E AÇÕES DO MINISTÉRIO DAS CIDADES

FONTE: MCIDADES(2007)

3.2 DÉFICIT HABITACIONAL BRASILEIRO

O início do século XXI desponta com as cidades como palco de grandes transformações e como espaço aglutinador dos antagonismos, dos conflitos, das contradições e também das mais diversas manifestações criativas do homem. Segundo França *et al.* (2002), a cidade moderna concentra, ao mesmo tempo, o poder, a riqueza, o maior número de oportunidades de emprego, mas, também, as maiores carências em relação à habitação.

As cidades concentram alto número de pessoas que migraram do campo para os grandes centros urbanos em busca de melhores condições de vida. Esta tendência de crescimento acelerado traz consigo a deterioração das condições de vida destas populações, principalmente as de baixa renda. E dentre as más condições de vida se encontra a baixa qualidade das habitações.

A inadequação das moradias, que incrementa o déficit habitacional, se referem àquelas moradias sem condições de uso devido principalmente à precariedade da construção ou à deterioração da mesma.

O déficit habitacional pode ocorrer por reposição de estoque ou por incremento de estoque. No primeiro caso se encontram as construções que não apresentam parede de alvenaria ou de madeira aparelhada, resultando em desconforto para seus usuários. Também se encontram no primeiro grupo as construções que sofreram desgaste físico, considerado como limite para a necessidade de reposição de estoque 50 anos de construção.

O déficit habitacional por incremento de estoque atenderia as famílias que coabitam com seus familiares e as habitações improvisadas, aquelas destinadas para outros fins.

De acordo com o mesmo autor, podemos considerar a somatória dos totais referentes às coabitações familiares, aos domicílios improvisados e aos rústicos como sendo o déficit habitacional básico.

O déficit habitacional básico no Brasil ficou em 7.902.699 unidades

habitacionais, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em Censo realizado no ano de 2005. O maior índice está concentrado na Região Norte, com 22,9%; seguido da Região Nordeste, 20,6 %; Centro-Oeste, com 14,0%; Sudeste, com 12,2%; e o menor índice Sul, 10,4% (FJP, 2006, p.38-39).

Acrescentando-se a esses dados os casos de déficit habitacional, por situação do domicílio, esses números passam de 5.374.380 novas moradias, em 1991, para 7.902.699 unidades habitacionais, em 2005 (GRÁFICO 1), significando um aumento de 47,0% em uma década e meia (FJP, 2006, p.84).

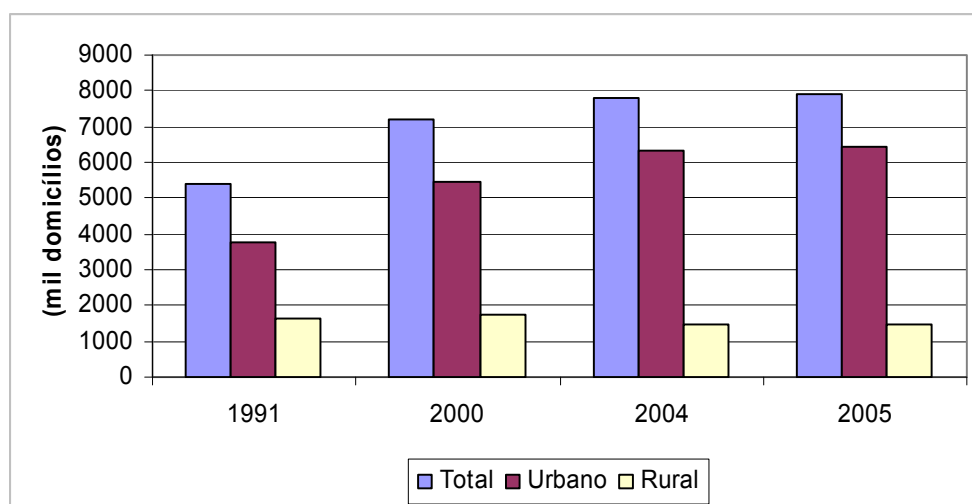


GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DO DÉFICIT HABITACIONAL, POR SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO NO BRASIL – 1991/2000/2004-2005

FONTE: FJP (2006, P.84)

Ainda segundo a FJP (2006, p.87), o Brasil precisaria construir as 7.902.609 casas para suprir o déficit habitacional do país, considerando as moradias precárias, os que dividem a casa com outras famílias, ou que comprometem grande parcela de seus rendimentos com o aluguel.

O Gráfico 2 mostra a participação destes componentes entre 1991 a 2005 no Brasil e nas regiões metropolitanas.

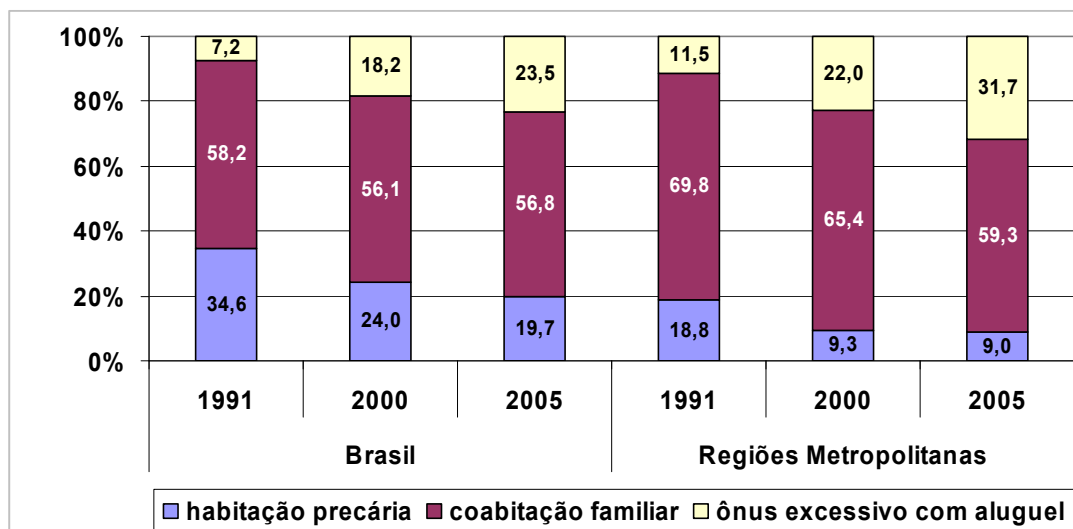


GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES DO DÉFICIT HABITACIONAL – BRASIL E REGIÕES METROPOLITANAS – 1991/2000/2005

FONTE: FJP (2006, P.89)

De acordo com dados da Companhia de Habitação do Paraná – COHAPAR, em 2006 o Paraná precisava de 260.600 casas para acabar com a falta de moradias (MARTINS, 2006).

No caso específico da Região Metropolitana de Curitiba, percebe-se o mesmo problema de crescimento pela migração de pessoas em busca de empregos e qualidade de vida, gerando o crescimento desordenado de assentamentos espontâneos e marginalizados.

De acordo com os dados do IBGE de 2000 (*apud* Curitiba em Dados, 2008), o número de domicílios em aglomerados subnormais passa, de um total de 28.239, em 1991, para 37.752, em 2000.

Por aglomerados subnormais, entende-se:

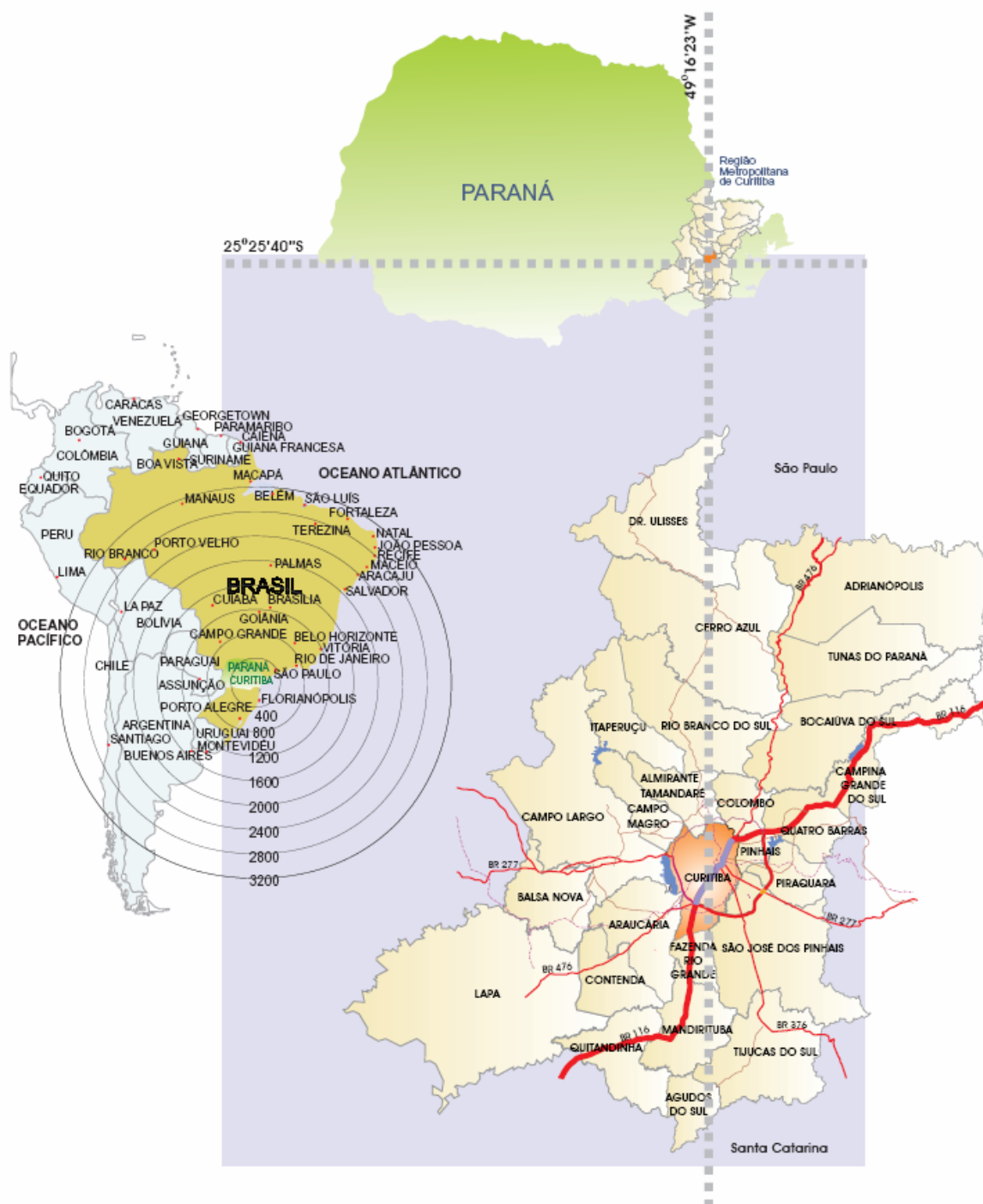
“conjunto constituído por, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracas, casas, ...) ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) dispostos, em geral, de forma desordenada e densa, e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais. É ocupação desordenada aquela que quando da sua implantação não houvesse posse de terra ou título de terra ou título de propriedade”. Censo Demográfico 1991 – IBGE, Contagem da População 1996 – IBGE (*apud* Curitiba em Dados, 2004).

Em termos de moradias improvisadas, “aquelas que não atendem à

condição de moradia, localizada em unidades como, por exemplo, loja, fábrica, prédio em construção servindo de moradia para o pessoal de obra, embarcações, carroças, vagões de estrada de ferro, barracas, grutas, etc.”, Curitiba apresentava um total de 1.018, em 2000, segundo Curitiba em Dados (2004).

Atualmente, na Região Metropolitana de Curitiba – RMC, formada por vinte e seis Municípios (FIGURAS 1 - 2): São José dos Pinhais, Pinhais, Colombo, Almirante Tamandaré, Campo Magro, Campo Largo, Araucária, Fazenda Rio Grande, Piraquara, Mandirituba, Contenda, Lapa, Quitandinha, Tijucas do Sul, Agudos do Sul, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Quatro Barras, Cerro Azul, Dr. Ulysses, Tunas do Paraná, Quatro Barras, Balsa Nova e Adrianópolis, o déficit estimado de domicílios é de 75.668 habitações (IBGE, 2001).

LOCALIZAÇÃO DA RMC NA AMÉRICA DO SUL, NO BRASIL
E NO ESTADO DO PARANÁ - 2002



Fonte: IPPUC - Banco de Dados.
Elaboração: IPPUC/Banco de Dados.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DE CURITIBA NA AMÉRICA DO SUL, NO BRASIL, NO PARANÁ E EM
RELAÇÃO À REGIÃO METROPOLITANA
FONTE: PMC (2004)

EXPANSÃO URBANA DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA EM 2002

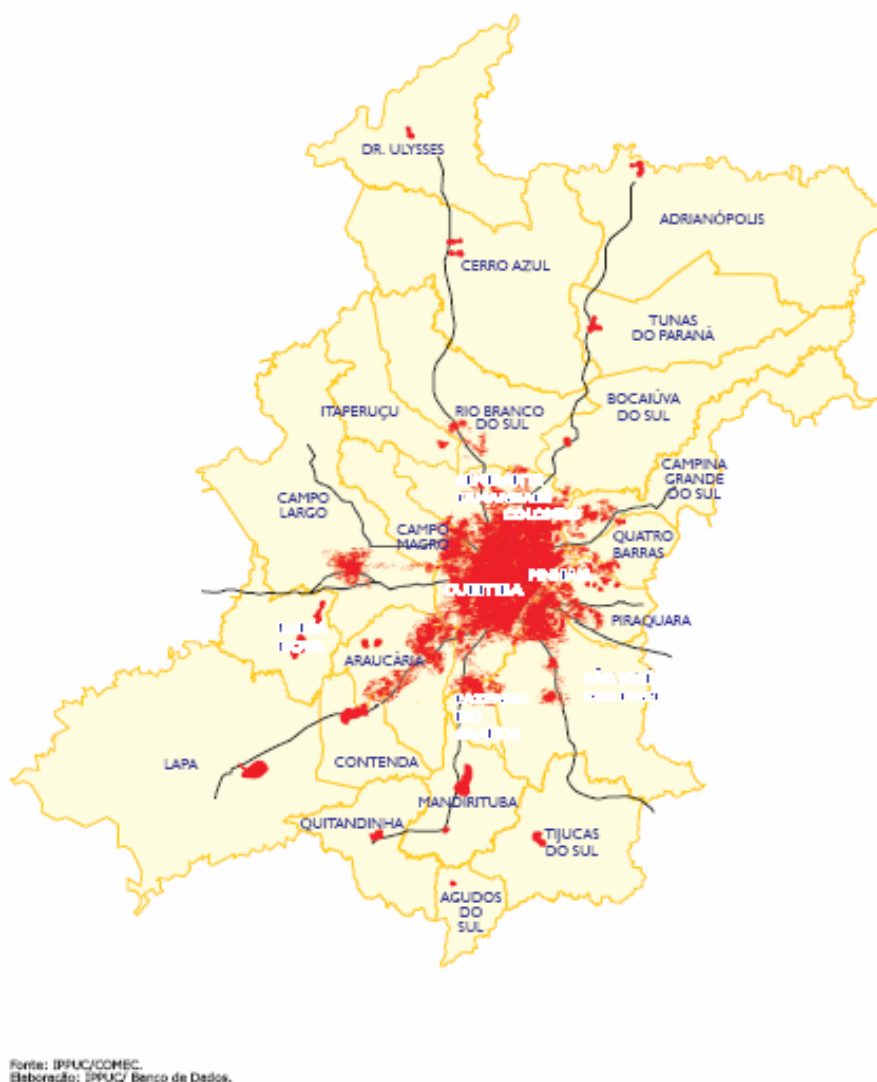


FIGURA 2 – EXPANSÃO URBANA DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA EM 2002
 FONTE: PMC (2004)

O déficit habitacional é um problema preocupante e que tende a se agravar com o passar do tempo caso não sejam adotadas algumas medidas que venham a atenuar estas estatísticas. Este déficit está diretamente relacionado com a população de baixa renda.

De acordo com Abiko (*apud* Soares *et. al.*, 2003), as principais causas desta dificuldade ao acesso à moradia própria são:

- 1) A crise econômica, que gera desemprego e diminuição da renda;
- 2) Ausência de políticas públicas para a habitação social;
- 3) A indisponibilidade física e financeira de terrenos adequados a esse fim;
- 4) Os custos e a qualidade dos materiais de construção.

Essa dificuldade com relação à habitação acarreta o aumento de moradias precárias nas periferias das cidades, como as favelas³, cortiços⁴ dentre outros.

Consta na Constituição da República Federativa do Brasil:

“Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a desamparados, na forma desta Constituição.

...Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

...IX – Promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico; (OLIVEIRA, 2001)”.

De acordo com a Lei nº 10.27/2001, denominada Estatuto da Cidade, em seu artigo 2º, inciso I, fica estabelecido como uma das diretrizes gerais a “garantia do direito a cidades sustentáveis entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”.

Esta realidade destaca a importância na busca por soluções que ofereçam às populações de baixa renda alternativas para construções mais viáveis de maneira a tornar mais moradias por meio de sua própria força de trabalho ou através de mutirões. Devido à baixa renda familiar, é preciso pensar em soluções que sejam ao mesmo tempo tecnologicamente apropriadas, isto é, que atendam às necessidades destas populações sem, no entanto, comprometer as perspectivas de vida das

³ Aglomerado de pelo menos cinquenta domicílios – na sua maioria carentes de infra-estrutura – e localizados em terrenos não pertencentes aos moradores...A favela se constitui numa ocupação juridicamente “ilegal” de terras (RODRIGUES, p. 36, 1994).

⁴ Habitações coletivas, em imóveis com pouca ou nenhuma conservação, de idade média de construção elevada, que proliferam nas áreas centrais (RODRIGUES, p. 46, 1994).

gerações futuras, como uma forma de combate à pobreza.

A criatividade deve vir em auxílio do profissional ligado à área de projetos e obras, de modo a viabilizar a superação de entraves legal-burocráticos e a baratear os custos das obras, principalmente as de menor porte, através de inovações tecnológicas e de gestão viáveis (FJP, 2002 p.11).

3.3 ESTUDOS REALIZADOS DENTRO DA TEMÁTICA ABORDADA

Pesquisadores vêm desenvolvendo estudos com o intuito de contribuir com a questão das habitações de interesse social, sejam por meio de pesquisas em novas formas de aplicação de tecnologias existentes, novas tecnologias, ou na transferência destas em projetos de autoconstrução de moradias mais sustentáveis.

Há diversos estudos acerca de sistemas construtivos tendo como base a madeira empregada em habitações de cunho social. As publicações no assunto tratam dos requisitos gerais da construção, em alguns casos através de cooperativas habitacionais (SHIMBO & INO, 1997; ARRUDA, 2000); análise da cadeia de suprimentos na produção madeireira (BARBOSA, 2003; YUBA, 2005; PARTEL, 2006; FRANCISCO *et al.*, 2007); análise do ciclo de vida de construções em madeira (EGAS & INO, 2007); consumo de energia para fabricação de painéis de madeira empregadas em habitações sociais (BARBOSA, INO & SOUZA, 2003); projeto e construção de casas de madeira destinadas às populações de baixa renda (IBRAMEM, 1996; NORIE, 2000; HABIS, 2001; BARTH *et al.*, 2003; SZÜCS, 2004; KRAMBECK, 2006) e, mais especificamente, os sistemas construtivos em painéis de madeira (DELLA NOCE, 1996; NAVARRO, 1999; MOURA & BARNABÉ, 2003).

Com relação às avaliações de desempenho térmico, baseadas em simulação, de sistemas construtivos em madeira, uma das primeiras contribuições

no Brasil, consistiu em simulações térmicas com o programa de NBSLD⁵ em abrigos de madeira na Antártica. Giglio (2005) simulou, utilizando o *software* francês COMFIE (Peuportier & Sommereux, 1991), painéis de madeira utilizados em sistema construtivos do tipo “*wood-frame*”, painéis de madeira compostos por câmara de ar e outros elementos construtivos. A autora comparou os resultados da simulação com as recomendações do Projeto de Norma Brasileira de Desempenho de Edificações de até cinco pavimentos (ABNT, 2002) e também da atual Norma Brasileira de Desempenho Térmico (NBR 15220, 2005). Giglio concluiu que os sistemas construtivos em madeira podem não atender as recomendações contidas nas Normas Brasileiras na região Sul do Brasil, mas que, com melhorias esses sistemas podem mostrar um bom desempenho térmico. Em comparação à diferentes sistemas construtivos em madeira utilizados no Estado de Santa Catarina, na região Sul do Brasil, Bogo (2003), também levou em consideração as recomendações da Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações e mostrou que somente treze de um total de vinte e quatro sistemas construtivos atendiam aos padrões propostos e outros dois atendiam em parte.

Ainda dentro da temática proposta, que trata da avaliação de desempenho térmico de painéis de madeira, com análise de fluxo térmico em protótipos em escala reduzida, podem-se destacar as seguintes pesquisas:

- 1) Cesar (2002) fez sua tese de doutorado intitulando-a “Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente – Projeto conceitual”. O autor faz uma análise apurada dos aspectos técnicos dos elementos construtivos de casas industrializadas de madeira, com o objetivo de inovar estes processos através do uso de painéis, feitos com tábuas de *Eucalyptus grandis*, nas vedações verticais. A partir da análise

⁵ NBSLD - Programa de computador para calculo de cargas térmicas e de refrigeração em edificações originalmente desenvolvido pelo National Bureau of Standard

dos tipos de chapas e sistemas existentes propõe relacionar a durabilidade ao intemperismo; resistência à degradação biológica; facilidade de montagem; facilidade de fixação na estrutura; remoção simplificada; transporte manual por no máximo dois operários e segurança na montagem na hora da construção. Desta forma, o autor apresenta proposta para solucionar os aspectos limitantes apresentados pelos sistemas analisados, encontrados no mercado. Assim como a presente pesquisa, o trabalho do autor contribui para valorizar o uso da madeira como alternativa de material a ser utilizado em construções de habitações de cunho social.

- 2) KOMENO *et al.* (2003), em artigo apresentado no ENCAC de 2003, relatam pesquisa de conforto térmico realizado por simulações utilizando o software ARQUITROP (RORIZ e BASSO, 1989, apud KOMENO *et al.* (2003), aplicado em um cômodo padrão de habitações, considerando os sistemas construtivos existentes na Vila Tecnológica de Curitiba e alguns sistemas convencionais de habitações de Brasília. Consideraram para a simulação um cômodo padrão, submetido às mesmas condições de exposição com orientação mais crítica para dois períodos: verão e inverno. Simularam três sistemas construtivos da Vila Tecnológica, dois em madeira e um em blocos de concreto (Sistema Castellamare). Estes foram comparados a sistemas construtivos convencionais com vedações em bloco cerâmico, tijolo maciço, bloco de concreto e bloco de concreto celular, forro de madeira e cobertura em telha de fibrocimento e telha de barro. Para avaliação do desempenho térmico adotaram o critério proposto pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT que estabelece 3 níveis (A, B e C) de desempenho térmico da habitação, de acordo com o intervalo de temperatura interna (T_i). Foram simuladas a introdução de melhorias aos sistemas avaliados de maneira que um sistema classificado como C conseguiu alcançar o nível de conforto A, através do

aumento da inércia da cobertura, com a substituição do forro de madeira para laje de 10 cm de espessura, orientação norte, sombreamento da janela e pintura branca na cobertura.

- 3) Em sua tese de Mestrado, Komeno (2005) utilizou metodologia semelhante à adotada na presente pesquisa: Construiu protótipos em escala reduzida, as *test-cells* com volume interno de 1,00m³ para avaliar o desempenho térmico com relação aos aspectos ligados à inércia térmica e pintura externa. Os protótipos construídos em blocos de concreto foram monitorados durante os períodos de inverno, primavera e verão. Os resultados do monitoramento foram comparados com dados obtidos com a simulação destes protótipos no software COMFIE. Após ajustes e calibração do modelo simulado com os dados medidos in loco, Komeno (2005) simulou uma habitação de cunho social, baseada em pesquisas anteriores (MICHALOSKI, 2002), a mesma metodologia utilizada na presente pesquisa – monitoramento e simulação dos protótipos; comparação e ajustes do modelo simulado; simulação dos protótipos com a variação das características do material utilizado nas paredes; simulação desses materiais em uma habitação de cunho social, comparando os resultados com os padrões estabelecidos pelo projeto de Norma (ABNT, 2004). Komeno observou a influência positiva no desempenho térmico com o aumento da inércia térmica das paredes, bem como da pintura em cor clara das paredes.
- 4) A pesquisa desenvolvida por Ino, Shimbo e Souza (2003) teve como objetivo o estudo de “processos existentes de fabricação de esquadrias de madeira, em suas várias etapas na cadeia de produção, desde a caracterização do setor florestal e madeireiro, até o projeto do produto”. Os resultados da pesquisa se referem aos tipos de madeira disponíveis na região sul (estados de Santa Catarina e do Paraná); dos requisitos de desempenho de janelas para habitação social; dos critérios para escolha

da madeira; proposta de layout de serraria para desdobro de eucalipto; processo alternativo de tratamento preservativo para a madeira; aos patamares de preço das janelas no mercado; ao projeto e produção de protótipos de duas janelas e a comparação de custos das mesmas. A pesquisa contribui para valorizar o uso da madeira como material a ser empregado em construções de habitações de cunho social.

- 5) Menezes (2006) em sua dissertação faz uma avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de Passo Fundo – Rio Grande do Sul, construídas entre 2001 a 2004. Nesta pesquisa, buscou-se conhecer a realidade com relação ao conforto térmico das habitações de interesse social, construídas em Passo Fundo, bem como avaliar os parâmetros utilizados para determinar o desempenho térmico destas habitações e confrontá-los com aqueles que são definidos pela NBR-15.220 da ABNT - Desempenho Térmico, sobretudo com relação à parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social (ABNT, 2005). Além disso, foram analisados os parâmetros de avaliação térmica fixados no Projeto de Norma 02:136.01 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos (ABNT, 2004). Comparou-se os dados levantados com outras normas internacionais e outros estudos realizados. Assim como a presente pesquisa, o autor utilizou os parâmetros contidos nas Normas de Desempenho Térmico para a avaliação das habitações de cunho social.
- 6) Krüger e Dumke (2007) no artigo: “Avaliação integrada da Vila Tecnológica de Curitiba” avaliam sistemas construtivos para a habitação social no Brasil, enfatizando, sobretudo, os materiais de construção nos diversos sistemas construtivos que compõem a Vila. Fazem a avaliação sob o ponto de vista da energia consumida em seus elementos construtivos; avaliando o desempenho térmico através de medições

realizadas com data-loggers do tipo HOBO, durante os períodos de inverno e verão e avaliando também a sensação de conforto térmico de seus moradores para um dia de verão e outro dia para o inverno. Ao todo analisaram cinco moradias efetivamente habitadas e de diferentes sistemas construtivos:

- Constroyer/SP - com paredes feitas de painéis monolite de poliestireno expandido, entre telas de aço, revestida com argamassa e cobertura com painéis monolite revestido com argamassa na face inferior e concreto na face superior, com telhamento cerâmico.
- Todeschini/MS – Parede com Kit pré-fabricado de madeira, forro de madeira e telha cerâmica.
- Epotec/PR – parede com painéis de madeira com interior de poliuretano rígido, revestidos com argamassa epóxi e forro de aglomerado com revestimento acrílico e telha cerâmica.
- ABC/MG – Paredes com painéis de concreto celular, forro de madeira, câmara de ar com ventilação e telha cerâmica.
- Facicasas/PR – paredes com placas de concreto armado, forro de madeira e telha cerâmica.

Com relação à avaliação de desempenho térmico dos sistemas analisados destaca-se o bom desempenho, para o inverno, do sistema Todeschini, de madeira maciça. No verão o melhor desempenho ficou para o sistema de painéis de poliestireno expandido, da Constroyer. Na avaliação do consumo de energia para a fabricação dos materiais de construção, o sistema construtivo Todeschini, de madeira de lei, também apresentou bom resultado, com uma participação deste, no custo total, de apenas 3,2%. Com relação à percepção de conforto térmico dos moradores, estes se mostraram satisfeitos com o ambiente térmico, em ambos os sistemas avaliados. A pesquisa utilizou a mesma metodologia e equipamento utilizados, na presente pesquisa, para o monitoramento das habitações - *data-loggers* do

tipo HOBO, durante os períodos de inverno e verão.

7) Em outra pesquisa, Krüger e Zannin (2006), realizaram avaliação termoacústica em duas habitações populares existentes na Vila Tecnológica de Curitiba, com medições *in loco*. Para avaliação do desempenho térmico foram utilizados equipamentos da marca HOBO, para dois períodos inverno (julho/agosto) e verão (dezembro/janeiro). Para avaliação do desempenho acústico foram utilizados os seguintes equipamentos: analisador acústico de dois canais em tempo real BK 2260; fonte sonora dodecaédrica BK 4296; e amplificador de potência BK 2716. As medições foram posteriormente processadas utilizando-se o software Qualifier BK 7830.

As moradias avaliadas foram:

- Sistema construtivo Batistella – composto de módulos e componentes pré-fabricados de madeira de reflorestamento próprio, da espécie *Pinnus taeda*. Sendo os principais componentes das paredes internas e externas as placas de madeira tipo *blockboard* (miolo formado de sarrafos de madeira colados entre si e por duas lâminas coladas aos sarrafos). As paredes internas e externas são compostas de painéis simples de 1,5 cm de espessura, sendo as juntas entre painéis cobertas por ripas de madeira, contrapiso em concreto, com acabamento de cimento alisado, forro executado com placas de madeira maciça reconstituída do tipo *blockboard*, esquadrias são de madeira, possuiático (câmara de ar) ventilado, estrutura do telhado em treliças de madeira e vigas de lâminas coladas, telhas de fibrocimento, na cor cinza e forro de madeira em lambril de pinho.
- Outro sistema avaliado foi o sistema construtivo Constroyer – as paredes são em painéis monolite, com dimensões máximas de 1,125 m x 6 m. O painel é constituído de uma placa EPS (poliestireno expandido) envolto em telas de aço eletrossoldadas e argamassa projetada. A espessura total avaliada da parede ficou em 12 cm. As esquadrias das janelas são de aço,

as portas de madeira e o contrapiso de concreto com acabamento em cimento alisado. A cobertura feita com painéis monolite com 3,5 cm de espessura revestido com argamassa na face interior (1,5 cm), com aplicação de uma camada de concreto na face superior de 3 cm de espessura, totalizando uma laje com 8 cm de espessura. Sobre esta laje estão assentados as ripas e o telhado cerâmico na cor natural.

8) Krambeck (2006) em sua tese “Revisão de Sistema Construtivo em Madeira de Floresta Plantada para Habitação Popular”, faz uma avaliação e apresenta propostas para os sub-sistemas Piso e Parede do sistema construtivo Batistella-UFSC⁶. Sua tese teve como objetivo avaliar e buscar propostas reduzindo custos sem perder a qualidade, com possibilidade do sistema poder ser aplicado em habitações destinadas a populações com renda entre 5 a 10 salários mínimos. Em sua pesquisa a autora buscou reduzir os custos da construção através da simplificação do desenho e da inserção de dispositivos que permitissem a ampliação das edificações de forma segura e apropriada. Destaca a importância da madeira proveniente de floresta plantada, sob o ponto de vista ambiental, como material de construção sustentável, quanto ao consumo de energia, emissão de CO₂ (gás carbônico) e a produção de resíduo dentro da cadeia produtiva de habitação. Com relação ao consumo de energia destaca o baixo consumo necessário para a usinagem da madeira quando comparado a outros materiais de construção, além da madeira economizar energia na sua formação, que se faz através da absorção da energia solar – fotossíntese (energia natural). A questão da emissão de

⁶ Sistema Construtivo Batistella-UFSC, fruto de parceria entre a Universidade e empresa catarinense que atua no setor madeireiro, produzindo e comercializando casas em madeira de *pinus* voltadas para populações com renda média-alta e alta. O sistema tem como sistema construtivo de referência o Plataforma, muito difundido no norte da Europa e em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e Japão.

CO₂ é abordada pela pesquisadora, considerando-se que as:

“árvores absorvem este gás da atmosfera e no fim do seu ciclo de vida podem ser utilizadas para fins energéticos, liberando-o na mesma quantidade que o absorvido na fotossíntese e na mesma proporção de sua decomposição natural na floresta, sendo então a madeira nula do ponto de vista da emissão de CO₂” (BARBOSA & INO apud KRAMBECK, 2006).

O fato da madeira produzir pouco resíduo em comparação a outros materiais de construção e ainda poder ser utilizada na produção de energia calorífica ou mesmo ser reaproveitada na composição e produção de outros produtos derivados da madeira como é o caso dos painéis avaliados na presente pesquisa.

9) Outra pesquisadora, Mariane Gampert Spannenberg (2006) desenvolveu sua dissertação do mestrado analisando o desempenho térmico, acústico e lumínico em habitações de interesse social. A autora selecionou três sistemas construtivos diferentes implantados pela Prefeitura Municipal da cidade de Marau, no Rio Grande do Sul, empregando para isto, técnicas qualitativas e quantitativas. Assim como a pesquisa aqui desenvolvida, a autora adotou como método simulações e medições *in loco*. Além destes fez análises qualitativas através de entrevistas com os moradores dos núcleos habitacionais. As medições mostraram que, para o desempenho térmico, os materiais utilizados na envoltória foram determinantes. Tanto no ganho quanto nas perdas de calor a maior inércia mostrou que a capacidade de armazenar e reter calor fez com que um sistema apresentasse melhor desempenho em relação a outro. Com relação ao desempenho acústico, ambos os sistemas avaliados apresentaram desempenho acústico muito baixo. A autora atribui isso ao fato da fachada apresentar estado sofrível de conservação das portas e janelas, como possível causa do baixo desempenho e conclui que as moradias avaliadas não oferecem conforto acústico a seus moradores.

10) Dumke (2002), em sua Dissertação de Mestrado: “Avaliação do

Desempenho Térmico em Sistemas Construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como subsídio para escolha de Tecnologias Apropriadas em Habitação de Interesse Social”, monitorou 18 habitações da Vila Tecnológica de Curitiba. De acordo com Dumke (p.98, 2002) a Vila Tecnológica de Curitiba conta com 120 casas, sendo cem delas habitadas por famílias de baixa renda e vinte casas localizadas na Rua das Tecnologias destinadas à visitação pública. Estas foram construídas utilizando diferentes materiais e sistemas construtivos. A Vila Tecnológica de Curitiba foi a primeira a ser implantada no Brasil e sua inauguração data de 1994. Ela resultou de um convênio entre Programa de Difusão de Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo – PROTECH e a Companhia de Habitação Popular de Curitiba – COHAB-CT. A avaliação conduzida pela pesquisadora envolveu medição das temperaturas in loco e avaliações paramétricas. As 18 habitações analisadas foram construídas utilizando-se de sistemas construtivos diversos. Destas dezoito habitações, seis foram construídas com vedações de madeira ou produtos derivados da madeira, uma em poliestireno expandido, uma em solo-cimento, uma em tijolos cerâmicos e nove habitações em concreto ou derivados de concreto. Os resultados obtidos por Dumke (2002, p. 191), confirmaram as condições de inverno como sendo de maior desconforto para Curitiba. E na avaliação de Desempenho Térmico para o período de inverno todos os sistemas construtivos descritos apresentaram alta porcentagem de horas com temperaturas na faixa de desconforto por frio. Para o período de verão as temperaturas internas apresentaram alta porcentagem de horas com valores na faixa de conforto. Apresentando melhor desempenho, com bom amortecimento para o período quente os sistemas: Constroyer (poliestireno expandido); COHAB – PA (tijolo cerâmico vazado); José Turek (concreto com poliestireno expandido); Andrade Gutierrez (solo-

cimento); ABC (concreto-celular) e Todeschini (madeira maciça). Esta pesquisa utilizará como referência uma das habitações pesquisadas por Dumke (2002) e também por Michaloski (2002), para a simulação do desempenho térmico com o *software* COMFIE.

- 11) Michaloski (2002) desenvolveu sua dissertação de Mestrado na avaliação do desempenho térmico por meio de simulação computacional de habitações populares implantadas na Vila Tecnológica de Curitiba. A metodologia empregada pelo pesquisador para as avaliações envolveu medições *in loco* e os dados obtidos foram comparados aos resultados de simulação destas habitações com o *software* francês COMFIE. Analisou-se três tipos de moradias implantadas na Vila: a primeira, de madeira industrializada, outra, em blocos de concreto, e uma terceira, feita de painéis revestidos. As simulações feitas por Michaloski (2002) envolveram a obtenção das faixas ideais para os parâmetros de transmitância⁷ (U), atraso térmico⁸ (ϕ), absortância⁹ (α) de parede e cobertura, que resultassem em melhorias em termos de desempenho térmico. A metodologia utilizada pelo autor é semelhante à utilizada na presente pesquisa – simulação com o *software* COMFIE, e o modelo apresentado - sistema Castellamare, serviu de base, para a presente pesquisa, na simulação de uma habitação de cunho social com paredes

7 Transmitância térmica ou Coeficiente global de transferência de calor – inverso da Resistência térmica total (R) que por sua vez é a somatória de todas as resistências térmicas do componente em questão com as resistências superficiais interna e externa (ABNT, 2005a).

8 Atraso Térmico – Tempo que transcorre entre os momentos de ocorrência da temperatura máxima do ar no exterior e no interior da edificação quando se verifica um fluxo de calor através de um componente construtivo submetido a uma variação periódica da temperatura do ar no exterior. O atraso térmico depende da capacidade térmica do componente construtivo e da ordem em que as camadas estão dispostas (ABNT, 2005a).

9 Absortância a radiação solar – Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ABNT, 2005a).

constituídas de painéis de madeira.

- 12) Giglio (2005), em sua dissertação de Mestrado, desenvolveu pesquisa avaliando o desempenho térmico de painéis de vedação em madeira para o clima de Londrina – PR. Em sua pesquisa, a autora utilizou o software COMFIE para simulação. A análise dos dados obtidos foi feita aplicando-se: o método de horas de desconforto (BARBOSA apud GIGLIO, 2006, p.124); o método do projeto de norma brasileira de desempenho de edificações de até cinco pavimentos (ABNT, 2002) e o método estabelecido pela norma brasileira de desempenho térmico (NBR 15220,2005). A pesquisa avaliou painéis de madeira compostos por câmara de ar e outros elementos construtivos, como isolantes térmicos, aplicados ao clima de Londrina, cidade do Norte do estado do Paraná. O painel que obteve o melhor desempenho térmico entre todos avaliados pela pesquisadora foi o composto pela presença de duas câmaras de ar e pelo acréscimo de uma chapa de OSB (*Oriented Strand Board*) entre estas duas câmaras. Nas considerações finais a autora recomenda a revisão da norma (NBR 15220 – 3 de 04/2005) uma vez que a análise de desempenho térmico realizada para parede formada por apenas uma tábuca de 2,2cm foi avaliada como de desempenho adequado para a região de Londrina – situada na zona bioclimática 3, enquanto que as pesquisas conduzidas pela autora não apresentaram bom desempenho térmico para a cidade mencionada.
- 13) Laroca (2007) em sua tese de doutorado construiu e avaliou o desempenho de protótipo de habitação social utilizando chapas de compensado e madeira serrada de reflorestamento, para as vedações de parede e cobertura em telha de fibrocimento. A pesquisa abordou o monitoramento do processo construtivo da habitação, as avaliações de desempenho térmico e acústico através de medições *in loco* e de simulações computacionais, comparando os resultados com os

parâmetros estabelecidos pelas normas específicas. A autora analisou o processo construtivo aplicando ferramenta de qualidade identificou as possíveis causas dos problemas ocorridos durante a montagem e sugeriu as possíveis modificações para futuras unidades habitacionais. A pesquisadora fez avaliação do desempenho térmico do protótipo utilizando o *software* IDA. As simulações mostraram que o sistema construtivo possui grande capacidade de amortecimento térmico em relação às temperaturas baixas nos períodos de inverno, indicando condições de conforto interno, melhores que as externas. Para o período de verão, a simulação indicou condições de conforto, interno, piores que as condições externas. Com relação ao conforto acústico a autora observou que as medições apresentaram valores de isolamento acústico inaceitáveis, para as fachadas e aceitáveis para redução sonora entre cômodos, se comparados com os exigidos pelas normas internacionais e pelo projeto de norma da ABNT (2004).

Na área do Conforto Ambiental, mais especificamente no que tange ao Conforto Térmico, diversos autores desenvolvem pesquisas voltadas à melhoria da qualidade das construções, de maneira que estas resultem em soluções tecnicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis. Dentre estas podemos destacar Sattler (1991); Akutsu e Vittorino (1991); Barbosa (1997); Araújo (1998); Giglio *et al.* (2006).

3.4 TECNOLOGIAS APROPRIADAS E SUSTENTABILIDADE NA HABITAÇÃO SOCIAL

Para que se defina Tecnologia Apropriada é necessário que antes se esclareça a diferenciação entre técnica e tecnologia. A técnica acompanha o desenvolvimento do Homem desde a época antiga quando este fabricou seus primeiros instrumentos, ao produzir o fogo, construir ferramentas e armas. Estas

técnicas foram transmitidas de geração a geração. Muitas destas chegam aos dias de hoje sem grandes alterações, como é o caso da aplicação dos tijolos na execução de alvenarias (ABIKO, 2003). De acordo com o autor, a técnica é um saber fazer que caracteriza a presença de uma cultura humana.

Segundo Krüger (2000, p.7), “saber fazer” é a capacidade da população de compreender e desenvolver tecnologias de maneira autônoma, alcançando assim maior liberdade, devendo ainda aliar as tecnologias aos recursos naturais disponíveis em uma determinada região, respeitando-se as limitações existentes e considerando-se os impactos negativos e positivos de nossas ações sobre a natureza.

De acordo com Abiko (2003, p.1), antes de se definir Tecnologia deve-se conhecer o significado da *Theoria*: “...o saber que sistematiza os fenômenos aparentemente mutantes” descoberto pelos gregos em VI a.C., ao perceber a repetição de alguns fenômenos conforme determinadas regras e que estas teorias poderiam ser levadas para o futuro e serem utilizadas em situações análogas. Outro conceito introduzido pelo autor é o do método científico, que “pressupõe uma teoria que deve ser verificada através de um experimento organizado de acordo com uma teoria”. A partir deste conceito o autor define Tecnologia como sendo “a solução de problemas técnicos por meio de teorias, métodos e processos científicos” ou ainda, “estudo científico dos materiais, utilizados pela técnica, e dos processos de construção, fabricação e organização (VARGAS, 1994, apud ABIKO, 2003, p. 2)”. De maneira simples, Abiko define Tecnologia = Técnica + Ciência, isto é, como sendo a tecnologia “a incorporação do conhecimento científico e do domínio das técnicas”.

O conceito de tecnologia apropriada foi introduzido por Ernst Friedrich Schumacher, economista inglês, entusiasta em torno de temas como o retorno a uma vida rural simples, sem poluição e as complicações da vida moderna, muito influenciada pelos conceitos de Gandhi em desenvolver tecnologias simples, necessárias para as pequenas vilas da Índia e que empregasse as grandes populações indianas (GOLDEMBERG, 2008).

Tecnologia Apropriada é um processo de estabelecimento dos efeitos sociais e ambientais de uma tecnologia proposta antes que ela seja desenvolvida, e a tentativa de incorporar elementos benéficos, nas várias fases de seu desenvolvimento e utilização (GOLDEMBERG, 2008, p.1)

- 1) Satisfaz as necessidades das camadas mais pobres da população?
- 2) Preserva ou não o meio ambiente?
- 3) É adequada em relação aos recursos naturais disponíveis?
- 4) Depende de fontes de energia renováveis ou depende de combustíveis fósseis?”

O autor cita ainda que, de acordo com as idéias e os seguidores de Gandhi, as características da tecnologia apropriada devem ser: simples; de pequena escala; de baixo custo; intensivas no uso do trabalho.

Segundo Riedijk (apud SHAFI *et al.*, 2000, p.12) a tecnologia apropriada se caracteriza por apresentar:

“Baixo investimento por emprego criado; baixo investimento de capital por unidade produzida; organização simples e de pequena ou média escala; adaptação e harmonia com o meio ambiente sociocultural; economia no uso do produto final; alto potencial gerador de empregos”.

Alguns autores defendem que (VIEZZER, 1994; CODETEC, 1979; apud ABIKO, 2003, p. 3) para que a tecnologia seja considerada apropriada outros critérios devem ser atendidos:

“Integração com o ecossistema: a tecnologia deve exercer o menor impacto ambiental e favorecer a integração com o ecossistema; autonomia local: a tecnologia utiliza matérias primas e energias locais, favorecendo a autonomia local das regiões e dos países; baixo custo: a tecnologia necessita de pouco capital; absorvedora de mão-de-obra: a tecnologia deve utilizar os recursos mais abundantes e no caso dos países desenvolvidos, um dos recursos mais abundante é a mão-de-obra; capacitação acessível: a tecnologia não requer níveis muito específicos de especialização da mão-de-obra; menos burocracia: a tecnologia é de domínio público não havendo preocupações com pagamento de patentes ou royalties; adaptabilidade e simplicidade: a tecnologia deve ser de fácil entendimento e absorção, sendo assimilada culturalmente com rapidez”.

Abiko (2003, p.6-7) discorre sobre as possibilidades da Tecnologia Apropriada em Construção Civil, da dificuldade na aceitação de qualquer inovação

tecnológica nesta área, “quer seja ela um novo processo ou produto.” Relaciona isto a hábitos culturais e cita como exemplo a valorização, no Brasil, da “casa construída com alvenaria de tijolos maciços, em contraposição com casas construídas com painéis pré-fabricados de qualquer material que o seja”.

O autor comenta também o fato de que nem sempre as Tecnologias Apropriadas são mais simples que as convencionais, citando o exemplo dos tijolos de solo-cimento e da dificuldade em estabelecer a proporção ótima de aglomerante a ser adicionada e os estudos que acarretam, dependendo do tipo de solo existente no local da obra. Mas, apesar das dificuldades, destaca pesquisas desenvolvidas e difundidas no campo das tecnologias apropriadas na construção civil como, como por exemplo (ABIKO, 2003, p.7):

“Cimento com fibras; blocos de solo estabilizado; pozolanas; cimento fabricado em fábricas de pequeno porte; estudos dos resíduos industriais e agro-industriais”.

É necessário o investimento em pesquisas para que as qualidades destes produtos ou as vantagens no emprego de novas tecnologias sejam cada dia mais aceitas pela população.

Nesse sentido, a civilização vivencia debates, discussões, com a preocupação crescente em relação à preservação dos recursos naturais, à degradação do meio ambiente e ao consumo de energias não renováveis. O consumo cada vez maior e indiscriminado de energia coloca em risco o equilíbrio do ecossistema. O profissional ligado à área de arquitetura, deve assumir como objetivo a criação de espaços adequados e confortáveis, tendo como missão encontrar a melhor solução para os problemas, escolhendo dentre as possíveis soluções, aquelas que atenderem às necessidades do Homem sem que para isso tenha que comprometer as perspectivas de vida das futuras gerações.

Muitas construções foram e continuam a ser feitas de acordo com o paradigma tecnológico que se seguiu à Revolução Industrial, originando os grandes impactos no consumo de energia e na qualidade de vida nas grandes cidades.

No Brasil, temos, de acordo com informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2008), a variação média de temperatura máxima varia entre 32°C e 36°C e a temperatura mínima média mensal variando entre 6°C no extremo sul do Rio Grande do Sul, e 24°C no norte do Brasil, prevalecendo temperaturas acima de 18°C mesmo nas épocas mais frias do ano.

Embora seja um país em que há o predomínio das altas temperaturas, é comum encontrarmos grandes edifícios com fachadas inteiras de vidro, verdadeiras caixas envidraçadas, não importando se estão situadas na região norte (onde temos o registro das temperaturas mais elevadas) ou na região sul (que apresenta as mais baixas temperaturas do país, mesmo no verão). Estas construções de grandes panos de vidro absorvem a grande parte dos raios solares incidentes, gerando como consequência altas temperaturas internas, que por sua vez são combatidas, na maioria das vezes, por meio do uso de dispositivos mecânicos, como por exemplo ventiladores e aparelhos de ar condicionado.

Segundo pesquisas do INPE, a tendência é de aumento das temperaturas ao longo dos anos. De acordo com Marengo (2007), um estudo recente de temperaturas máximas e mínimas no Sul do Brasil durante o período 1960-2002 aponta para um aquecimento sistemático da região Sul, detectando tendências positivas na temperatura máxima e mínima em níveis anual e sazonal (FIGURA 3).

No Brasil, de acordo com a EPE – Empresa de Pesquisa Energética, vinculada ao Ministério de Minas e Energias, houve aumento no consumo de energia nos últimos 12 meses, na ordem de 5,3%. O setor comercial liderou o crescimento, apresentando um crescimento de 6,7%, seguido do setor residencial com crescimento de 5,9% e o industrial com 4,8% (EPE, 2008).

O Gráfico 3 mostra a participação, em porcentagem, das classes de consumo de energia elétrica no País, mostrando que o maior consumidor é o setor industrial, com 41,1%, seguido pelo residencial, com 26,4%, e o comercial com 16,5%.

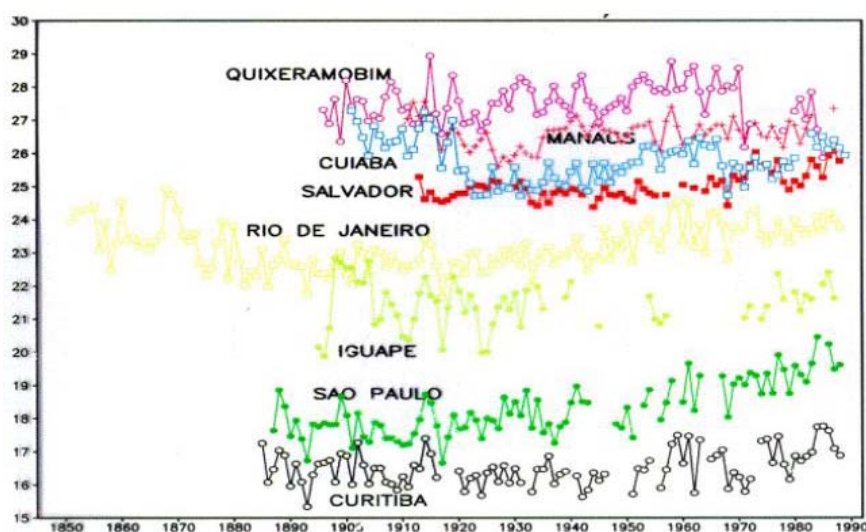


FIGURA 3 – TENDÊNCIAS NA TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DO AR EM NÍVEIS ANUAL E SAZONAL, EM ALGUMAS CIDADES DO BRASIL

Quixeramobim (Ceará)

Rio de Janeiro (Rio de Janeiro)

Manaus (Amazonas)

Iguape (São Paulo)

Cuiabá (Mato Grosso)

São Paulo (São Paulo)

Salvador (Bahia)

Curitiba (Paraná)

FONTE: MARENGO (2007, P.61).

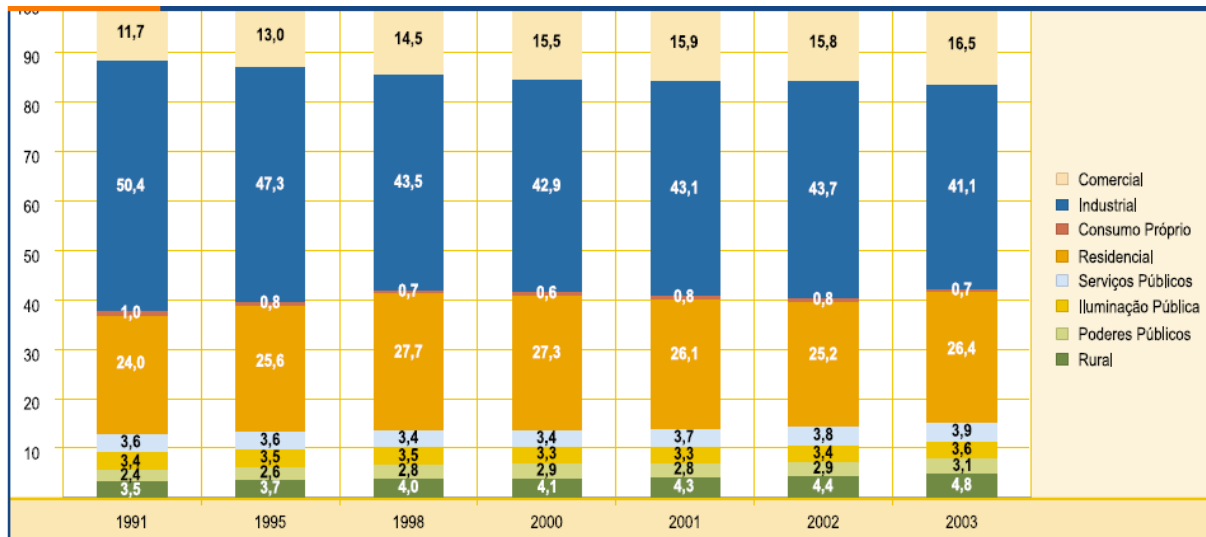


GRÁFICO 3 – EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO (%) DAS CLASSES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO PAÍS

FONTE: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2004.

De acordo com Lamberts *et al.* (1997), do total de energia elétrica destinado ao uso em arquitetura residencial, 68% são consumidos no uso de geladeiras, chuveiros e lâmpadas. O uso de ar condicionado em residências, segundo os autores, ainda é pequeno. Somente 6% das residências dispõem deste

equipamento, que representa 7% no consumo geral de uma residência.

Considerando a tendência no aumento das temperaturas locais, o uso de equipamentos de ventilação mecânica e ar condicionado deve acompanhar este crescimento, tendo como consequência um maior consumo de energia.

Voltar a adotar as soluções pré-industriais, como, por exemplo, o aquecimento através de fogueiras, certamente não é a solução para uma sociedade que se acostumou com o desenvolvimento tecnológico. Portanto, deve-se buscar uma resposta adequada, resgatando os valores do passado, que integre soluções simples, à aplicação de técnicas contemporâneas, contemplando uma edificação energeticamente eficiente e que não comprometa a qualidade do meio ambiente, contribuindo desta maneira para uma melhor qualidade de vida de seus habitantes.

O projeto de arquitetura define, através do envelopamento, os limites entre o interior e o exterior e esta definição vai influir no desempenho da edificação frente ao consumo de energia. O profissional ligado à concepção inicial de um projeto pode contribuir na elaboração de projetos energeticamente eficientes, adaptados ao clima, fazendo uso da iluminação e ventilação natural, na escolha e especificação de materiais adequados ao clima. Os materiais e as tecnologias empregadas também atuam no melhor ou pior aproveitamento dos recursos naturais e na preservação do meio ambiente.

Considerando a tendência de aquecimento global, cabe aos profissionais envolvidos com a concepção do projeto a preocupação com o desenvolvimento adicional de técnicas passivas de resfriamento, que beneficiem as condições climáticas internas e o micro clima no entorno da edificação.

Estamos vivenciando este novo milênio, preocupados com o meio ambiente, já bastante comprometido com os altos índices de poluição da água, ar, solo, que trazem sérias implicações para a vida humana. As únicas soluções viáveis, sob o ponto de vista sistêmico são aquelas que garantam o atendimento às necessidades do Homem e ao progresso da humanidade, sem prejuízo das futuras gerações.

3.5 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Para Rivero (1986, p. 11), a Arquitetura tem como função criar espaços, sejam esses externos ou internos, levando em consideração as legislações, as normas e a segurança, determinadas pelas necessidades dos indivíduos que a ocupam.

De acordo com Zevi (1978, p.17-28), o caráter essencial da arquitetura, que a distingue das demais atividades artísticas, reside no fato de agir com um caráter tridimensional incluindo seu usuário. Desta forma, a pintura acontece em duas dimensões a escultura em três, porém o observador fica de fora, olhando do exterior as três dimensões. A Arquitetura seria então como uma grande escultura escavada, na qual seus usuários penetram e caminham. O autor acrescenta que na Arquitetura há a quarta dimensão, que é o tempo, e que, para a Arquitetura ser compreendida e vivida, ela requer o tempo de nossa caminhada. Para Zevi, a definição mais precisa para Arquitetura é a que leva em conta o espaço interior. Tudo que não tem espaço interior não é Arquitetura.

Para Villas Boas (1985), a Arquitetura com enfoque ambiental, dentro do campo da Ecologia Humana¹⁰, quando limitado ao ambiente atmosférico, dá origem à Arquitetura Bioclimática, a qual busca considerar não só “a capacidade adaptativa do Homem aos meios natural e construído, exercida pela sua regulação fisiológica, relacionada com a percepção ao calor, luz e som, mas também pelos efeitos do meio sobre a saúde, bem estar e conforto do indivíduo”, associando a “biologia, particularmente a ecologia, meteorologia (ou climatologia) e arquitetura”.

Arquitetura Bioclimática, segundo Camous *et al.* (1986, p.11) leva em consideração a concepção adaptada a seu próprio clima, utilizando corretamente os recursos que a natureza oferece, tais como: o Sol, o vento, a vegetação e a temperatura ambiente, de modo a obter, através das vedações dos edifícios, ganhos

¹⁰ Ecologia Humana - que estuda a relação do Homem com o seu meio ambiente

ou perdas de calor, de acordo com os fenômenos naturais de transmissão energética, criando, desta forma, não só condições de conforto físico e psicológico, mas também limitando o uso de sistemas mecânicos de calefação ou climatização.

As primeiras citações da preocupação em relacionar as edificações às necessidades de abrigo às intempéries, e de como estes abrigos deveriam equilibrar aspectos estruturais, funcionais e formais ocorreu por volta do século I a.C., nos textos de Marco Vitruvius Polião (1999), em seu livro “Da Arquitetura”, citado por Snyder *et al.* (1984, p. 53), por Markus & Morris (1980, p.1), por Lamberts *et al.* (1997, p.14), por Olgyay (1998, p. 3) e também por Krüger (1993, p.12). Todos destacam a importância dos trabalhos de Vitruvius e, em especial, Krüger (1993) chama a atenção para o fato de que os trabalhos de Vitruvius foram influenciados pelos elementos do clima, com recomendações referentes à necessidade de adequação das construções a estes fatores.

Segundo Markus & Morris (1980, p.6), Vitruvius descreve que, no início, o Homem procurou um lugar seguro para seus assentamentos dando início à criação de espaços bem definidos de dormir, cozinhar e para outras finalidades; bem como de projetos de coberturas, que abrigassem do Sol e da chuva, e de paredes que as sustentassem onde, mais tarde, abriu-se portas e janelas para passagem e circulação do ar, saída de vapores e umidade interna.

Sócrates, há 2400 anos atrás, reconhecia o valor do conforto de salas orientadas de tal forma que, mesmo no inverno, o pequeno ângulo de incidência do Sol pudesse penetrar através das aberturas das janelas aquecendo o ambiente. E, no verão, quando o ângulo de incidência do Sol é alto, estes tivessem pouca penetração no interior da edificação (MORTENSEN, 2007).

Os edifícios continuam sendo barreiras contra as intempéries e atuam como filtros contra a luz excessiva, o calor ou o frio.

Para que se compreendam os efeitos do tempo sobre o Homem, devemos entender o significado da palavra clima.

Em seu livro “Da Arquitetura”, Vitruvius descreve com detalhes como foram

descobertas as leis acerca dos raios solares incidentes sobre a Terra, através das sombras produzidas em diversos pontos da superfície terrestre¹¹. Descreve ainda a trajetória do Sol durante os meses e sua influência no aumento ou diminuição na duração dos dias e das horas conforme as estações do ano, bem como a forma de se construir relógios, com a finalidade de fazer com que os dias equinocial, hibernal e mesmo o solsticial sejam uniformemente dividido em doze partes. Cita os trabalhos desenvolvidos por Tales de Mileto, Pitágoras, Aristóteles, Xenofonte e Hipócrates que podem ter influenciado seu trabalho com relação às Normas de Construção de acordo com a posição do Sol, direção dos ventos, dentre outros aspectos.

3.5.1 TROCAS TÉRMICAS NAS EDIFICAÇÕES

Com relação ao comportamento térmico de edificações, Frota *et al.* (2000, p. 31) dizem que, para que trocas térmicas ocorram, é preciso haver corpos com diferentes temperaturas ou que haja mudança de estado de agregação. Pode-se classificar as trocas térmicas como sendo dos seguintes tipos (FIGURA 4):

- 1) Trocas secas que envolvem variações de temperatura: condução, convecção e radiação;
- 2) Trocas úmidas – que envolvem a mudança de estado de agregação da água, do estado líquido para o vapor e vice-versa: evaporação e condensação.

¹¹ “Pelo fato de a sombra equinocial de um gnômon ser de um certo tamanho em Atenas, de outro em Alexandria, de outro em Roma e não do mesmo em Placência, assim como nos demais pontos do orbe terrestre, talvez essas coisas se encontrem ordenadas na mente divina e devam ser dignas da maior admiração dos que as consideram. (VITRUVIO, traduzido por Marco Aurélio Lagonegro, 1999, p. 202-203).

transmitido, sendo expressa pela fórmula:

$$R = e/\lambda \quad [(m^2K)/W] \quad (1)$$

No caso de elementos com várias camadas, perpendiculares à direção do fluxo, as resistências de cada camada deverão ser somadas.

$$R_t = e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + e_4/\lambda_4 + \dots e_n/\lambda_n \quad (2)$$

3.5.1.2 CONVECÇÃO

No corpo humano, a convecção se caracteriza pela transmissão de calor do corpo para o ar em contato com a pele ou a roupa. Este ar se eleva e é substituído por ar mais frio (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977, p.59).

Nas edificações, segundo Lamberts *et al.* (1997, p.184) e Frota *et al.* (2000, p. 32), a convecção acontece entre dois corpos sendo um deles sólido e o outro um fluido (líquido ou gás). A magnitude desta transferência de calor depende de três fatores: da área de contato, expressa por “A”, entre o fluido e uma superfície (m²); da diferença de temperatura (ΔT), expressa em Kelvin, entre o fluido e uma superfície; e do coeficiente de troca por convecção (h_c), expresso em W/m².K, que depende da viscosidade e da velocidade do fluido, bem como do tipo de deslocamento do fluido, se laminar ou turbulento. O fluxo de calor por convecção é dado pela fórmula:

$$Q_c = h_c \cdot A \cdot \Delta T \quad (3)$$

Considerando-se como valores médios de convecção entre o ar e as superfícies de uma edificação:

$h_c = 3,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ para superfícies verticais;

$h_c = 4,3 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$ Para fluxo de baixo para cima: ar para o forro;

$h_c = 1,5 \text{ [W/(m}^2\text{.K)]}$ para fluxo de cima para baixo: ar para o piso;

$h_c = [(5,8 + 4,1) \cdot v]$

$\text{[W/(m}^2\text{.K)]}$ para superfícies expostas ao vento (v = velocidade do vento).

3.5.1.3 RADIAÇÃO TÉRMICA

A transmissão de calor ocorre quando dois ou mais corpos, a diferentes temperaturas e sem contato entre si, trocam calor via ondas eletromagnéticas através de um meio transparente ou não absorvente às ondas de calor, que não é significativamente aquecido.

O fluxo de calor por radiação depende da diferença entre as temperaturas (ΔT) dos corpos, de sua capacidade de reflexão (ρ) e da absorção das superfícies (α). A energia radiante pode ser emitida, absorvida ou refletida, no caso de corpos opacos. No caso de vidros e materiais translúcidos deve-se considerar, ainda, o coeficiente de transmissão do material (τ).

No caso de superfícies transparentes (RIVERO, 1986, p.25):

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (4)$$

Para superfícies opacas, onde parte da energia é absorvida e parte refletida e o coeficiente de transmissão do material (τ) é nulo, então (RIVERO, 1986, p.25):

$$\alpha + \rho = 1 \quad (5)$$

O fluxo de calor por radiação é dado pela fórmula:

$$q_r = h_r \cdot (\theta - \theta_r) \quad (6)$$

Sendo:

q_r – intensidade do fluxo térmico por radiação (W/m^2);

h_r - coeficiente de trocas térmicas por radiação ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)¹²;

θ - temperatura da superfície da parede considerada ($^\circ C$);

θ_r – temperatura radiante relativa às demais superfícies

¹² - O coeficiente h_r é um parâmetro que resume todos os fatores que interferem nas trocas de radiação (temperaturas das superfícies, aspectos geométricos e físicos das superfícies e a emissividade térmica ε da superfície). A emissividade expressa a capacidade de uma superfície emitir calor. Para os materiais de construção correntes, sem brilho metálico, $\varepsilon \cong 0,9$, pode-se adotar $h_r = 5$ ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$) (FROTA et al., 2000, p. 34). Os valores de ε e de α podem ser obtidos nas tabelas constantes na Parte 2 da Norma de Desempenho Térmico (ABNT, 2005).

3.5.1.4 EVAPORAÇÃO E CONDENSAÇÃO

As três formas de transmissão de calor citadas anteriormente caracterizam as trocas de calor denominadas como trocas secas. Além destas, a evaporação e a condensação assumem grande importância no estudo do comportamento térmico dos espaços (RIVERO, 1986).

A evaporação, mudança do estado líquido para o gasoso, e a condensação, mudança do estado gasoso para o líquido, são consideradas trocas úmidas. Durante a mudança de um estado a outro pode ocorrer absorção ou emissão de calor.

Segundo Rivero (1986), durante o verão, a pele fica umidecida pela transpiração e o calor do corpo é transmitido a esta fina camada de água por meio da condução. Com a evaporação da transpiração, a pele do corpo perde uma importante quantidade de calor. O processo inverso ocorre quando o ar está saturado, isto é, contém uma quantidade máxima de vapor d'água. A partir desse ponto, se a massa de vapor aumentar, inicia-se o processo de condensação, mudança do estado gasoso para o líquido. O calor contido nas moléculas de água sobre a pele se transfere a esta, por condução, fazendo que a mesma ganhe calor.

Ainda segundo o mesmo autor, o vapor d'água se desloca dos pontos de maior para os de menor umidade absoluta¹³. A resistência à difusão do vapor d'água, nos elementos de construção, depende de seu coeficiente de resistência a essa difusão e de sua espessura. Rivero (1986) cita exemplos de materiais de resistência elevada como o tijolo, o concreto de baixa resistência, as lâminas metálicas, os cartões betumados e os filmes plásticos.

Sobre as vedações das construções, Serra (1999, p.33) diz que há incidência constante de radiações provenientes do entorno, uma vez que estas superfícies emitem radiações. Desta forma, parte da radiação solar penetra

¹³ Umidade absoluta do ar saturado (UAS) – quantidade máxima de água que, em estado de vapor, é capaz de conter 1 kg de ar seco a uma temperatura determinada (RIVERO, 1985).

diretamente no interior da edificação através das aberturas e outra parte é absorvida pela parede e cobertura, aquecendo outros elementos construtivos (FIGURA 5). A energia que se acumula nos elementos das vedações acaba se transferindo para o interior da edificação com um atraso e um amortecimento de seus valores, que depende basicamente da inércia térmica dessas vedações.

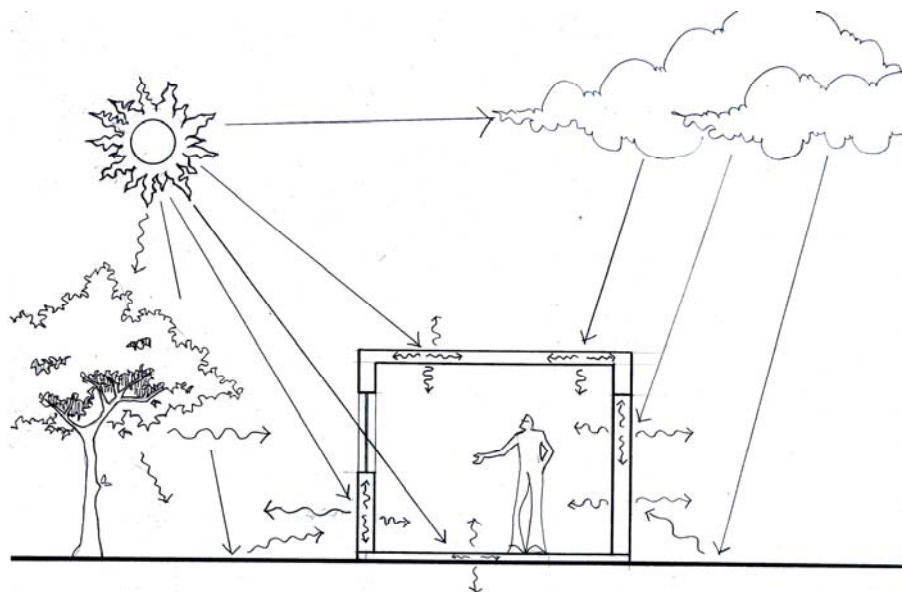


FIGURA 5 – INTERCÂMBIO DE CALOR DO CORPO HUMANO COM O MEIO AMBIENTE
 FONTE: ADAPTAÇÃO DE SERRA. (1999, P.33)

Ainda de acordo com o autor, as mesmas vedações que durante o dia se aquecem cedendo calor para o ambiente interno durante o dia, à noite se esfriam em suas superfícies externas, por emissão de radiação ou pelo contato com o ar mais frio da noite, ou em tempos de inverno (FIGURA 6).

Rivero (1986, p.13) destaca a importância no estudo dos métodos para que os espaços habitados apresentem condições térmicas exigidas pelo Homem, sem que para isto tenha que recorrer a nenhum tipo de energia própria. E, no caso de necessitar equipamentos mecânicos, para garantir maior conforto a seus usuários, que seja possível diminuir os custos com os equipamentos e as despesas decorrentes de seu uso mediante um bom projeto. Segundo o autor, o conforto térmico dos usuários depende dos conhecimentos e da preocupação do arquiteto em conseguir um melhor comportamento térmico da envolvente.

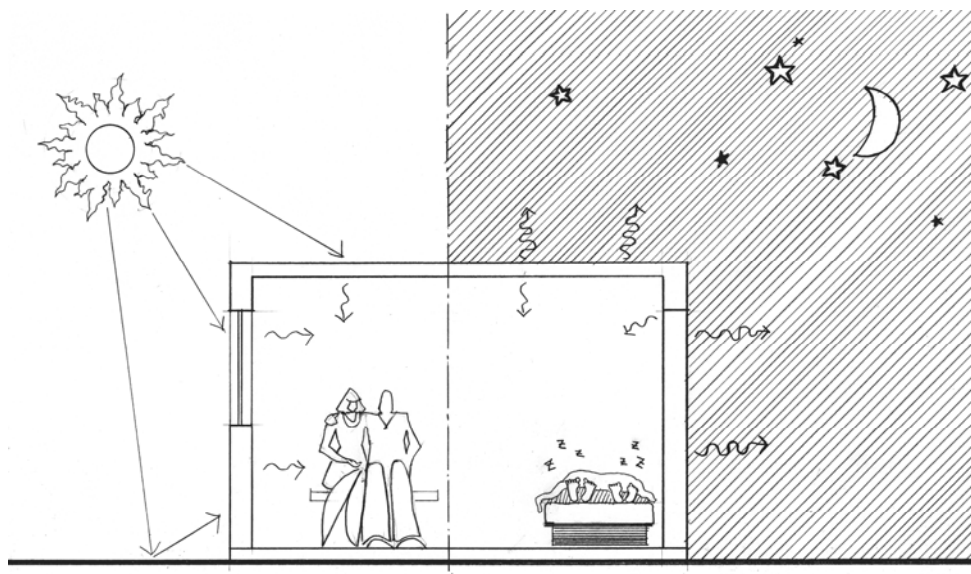


FIGURA 6 – INTERCÂMBIO DE CALOR DO CORPO HUMANO COM O MEIO AMBIENTE
 FONTE: ADAPTAÇÃO DE SERRA. (1999, P.34)

Percebe-se a importância na escolha dos materiais a serem utilizados nas vedações das edificações. Fica evidente a responsabilidade dos profissionais, no momento da elaboração dos projetos e nas especificações destes materiais, para criações de uma arquitetura voltada para obtenção de um aproveitamento máximo das energias naturais, com a preocupação na preservação dos recursos não renováveis, e que também contemple seus usuários, com o melhor desempenho em termos de conforto.

3.6 CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico pode ser definido como sendo o estado de equilíbrio entre as temperaturas do ser humano e o ambiente.

Lamberts *et al.* (2000, p.4) definem conforto térmico como sendo “o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda”, sendo que a sensação de desconforto poderia ser causada pela sensação de frio ou calor.

Em outro trabalho (LAMBERTS *et al.*, 2002), destaca-se a importância do entendimento dos conceitos de conforto térmico e de neutralidade térmica,

colocando a definição dada pela ASHRAE para conforto térmico: “(...) a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” e para neutralidade térmica cita a conceituação de Fanger (1982, p.14), como sendo “(...) a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente ao seu redor”.

Schmid (2005) dá ao conforto uma visão mais holística, tratando da complexidade em estabelecer os parâmetros para se atingir as zonas de conforto, pois o resultado depende muito dos usuários, seus costumes, cultura, do estado de espírito.

“(...) o verdadeiro material artístico da arquitetura não é o material de construção, a construção, a forma escultural, nem mesmo o espaço ou a luz – é o comportamento das pessoas. Este não é linearmente controlável – já por isto a arquitetura tem muito a ver com processos (formais) nada, ou pouco controláveis (CZECH apud Schmid, 2005, p. 44) ”.

O autor trata do debate entre a importância da funcionalidade e da estética na arquitetura, e coloca que “daí enquadrar-se a arquitetura como arte, porque se propõe a resolver problemas de ordem espiritual e material indistintamente, atingindo os dois campos com amplitude e intensidade bem grandes (2005, p.117)”.

Segundo Schmid (2005, p.227), “o conforto térmico pode ser definido como um estado em que o indivíduo não tem vontade de mudar sua interação térmica com o meio”, e coloca três condições que devem ser observadas:

- 1) Do balanço térmico do corpo – em que o calor produzido pelo corpo é dissipado para o meio ambiente através de transmissão de calor, como será visto adiante, além da respiração;
- 2) Da temperatura da pele adequada – não ultrapassando os valores extremos estabelecidos. “Para proteger o restante do corpo, a temperatura superficial é variada mais para cima ou mais para baixo, compensando os processos que ameacem deslocar a temperatura do corpo do valor ideal”;
- 3) De taxa de transpiração adequada – parte da massa corporal é eliminada na forma líquida, para ao evaporar retirar o calor em excesso. Esta taxa

de transpiração varia de maneira diretamente proporcional à produção de calor pelo corpo.

Para Frota *et al.* (2000, p. 15), conforto térmico está relacionado com as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente, isto é, se esta “acontece sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico”. De acordo com as autoras, “as exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas com o funcionamento de seu organismo”, precisando “liberar calor em quantidade suficiente para que sua temperatura interna se mantenha da ordem de 37°C - homeotermia”.

Os mecanismos para que o corpo humano mantenha esta temperatura denominam-se mecanismos de termo-regulação.

Num meio frio, as condições ambientais proporcionam perdas de calor do corpo além das necessárias para a manutenção da temperatura interna. “O organismo provoca a vasoconstrição, esta provoca a diminuição do volume de sangue e do ritmo cardíaco, o arrepios e o trêmer provocam atividade, gerando calor” (LAMBERTS *et al.*, 2000, p.4).

De acordo com Lamberts *et al.* (2000, p.4), no verão, as perdas de calor são menores que as necessárias para a manutenção da temperatura interna. Desta forma, o organismo reage através da vasodilatação, que aumenta o volume de sangue acelerando o ritmo cardíaco e provocando a transpiração (exudação).

Segundo Frota *et al.* (2000, p. 21), os mecanismos de trocas térmicas entre o ambiente e o corpo humano podem envolver trocas secas – condução, convecção e radiação, e trocas úmidas – evaporação. O calor perdido para o ambiente através das trocas secas denomina-se calor sensível. Já o perdido pelas trocas úmidas é denominado calor latente e envolve mudança de estado de agregação – o suor do estado líquido passa para o gasoso por meio da evaporação.

As trocas térmicas entre um indivíduo e o ambiente dependem de suas características individuais (idade, sexo, grau de aclimação, dentre outros), como também da atividade que ele desenvolve e das roupas que usa (RIVERO, 1986, p. 61).

O Homem é um ser homeotérmico e seu organismo reage à temperatura ambiente de maneira a manter em equilíbrio a temperatura de seu corpo.

Desta forma, a primeira proteção que ele encontra é através da vestimenta, que passa a ser a barreira para se proteger do frio ou da incidência direta do Sol sobre a sua pele.

De acordo com Rivero (1986, p.11), a vestimenta é também uma maneira do Homem se adaptar a meios hostis.

Outra opção de proteção é o abrigo, onde ele se protege das intempéries, tais como da chuva, do vento, do frio e do calor, além de ter preservado sua privacidade para desenvolver suas atividades. Rivero exemplifica este novo espaço como podendo ser um submarino, uma estação espacial ou um edifício, considerando ainda como último estágio da evolução, do espaço ocupado pelo Homem, o espaço da cidade. O autor coloca como compreensível que o progresso tecnológico poderá possibilitar o controle completo do meio urbano.

Enquanto isto não acontece, ao contrário, depara-se com uma situação cada dia mais preocupante, com o meio cada vez mais poluído por partículas, gases, lixo, ruídos, odores, destruição das áreas verdes, dentre outros. Fica evidente a importância em dotar as construções de soluções que permitam criar espaços que proporcionem a seus usuários maior conforto, sem com isto gerar consumo de energias não renováveis, adotando soluções que aproveitem ao máximo as potencialidades da energia do Sol, do vento, da luz natural, enfim, uma solução sustentável, que permita atender as necessidades deste Homem sem comprometer as perspectivas de vida das futuras gerações.

A idéia de que a arquitetura pode contribuir para melhorar o desempenho térmico de uma construção, proporcionando aos seus usuários não só maior conforto, mas também economia no uso de outros equipamentos mecânicos para o condicionamento do ar e, conseqüentemente, economia de energia, tem sido defendida por muitos pesquisadores: Krüger (1993); Roriz (1987); Koenigsberger *et al.* (1977); Markus *et al.* (1980); Lamberts *et al.* (1997); Serra (1999); Givoni (1976,

1998); Akutsu *et al.* (1987); Cheng (2004); Rivero (1986); Frota *et al.* (2000); Olgyay (1998); Villas Boas (1985); Corbella *et al.* (1999); Neves (2006); dentre outros.

Dependendo da edificação, de sua orientação em relação ao Sol, dos materiais empregados tanto no revestimento de suas paredes como de sua cobertura, das aberturas de janelas, bem como das dimensões destas, do projeto da edificação, pode-se obter um melhor ou pior desempenho em relação ao conforto térmico.

3.7 AVALIAÇÃO DE CONFORTO E DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

Para que se possa avaliar o comportamento térmico dos materiais empregados nas vedações das construções, faz-se necessário o conhecimento das variáveis climáticas definidoras do conforto térmico.

De acordo com Frota *et al.* (2000, p.24), são diversas as variáveis definidoras do conforto térmico, o que levou os estudiosos a desenvolver índices denominados: índices de conforto térmico.

Para a *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* – A.S.H.R.A.E. (apud Frota *et al.*, 2000, p.24), para a América do Norte considera-se como temperatura ótima 25 °C, podendo variar entre 23 e 27 °C. Esses parâmetros são válidos sob determinadas condições, como velocidade do ar igual a 0,5 m/s; umidade relativa entre 30 e 70%, inverno, vestimenta normal; pessoa sentada; ocupação sedentária; temperatura média igual à temperatura do ar. Recomenda-se para o verão um acréscimo de temperatura de 1°C.

Segundo Frota *et al.* (2000, p. 26) os índices de conforto térmico podem ser classificados como sendo índices:

- 1) Biofísicos – aqueles que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambientes, citam como exemplo a Carta Bioclimática de Olgyay;
- 2) Fisiológicos – aqueles que se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar,

temperatura radiante média, umidade e velocidade do ar;

- 3) Subjetivos – que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas, quando se variam os elementos de conforto térmico. Como exemplos são citados: a temperatura efetiva, de Yaglou e Houghthen, ou temperatura corrigida de Vernon e Warner e adaptada por Koenigsberger *et al.*

Segundo Carvalho (2004), a norma internacional ISO 7730 (1984), toma como base as pesquisas de Fanger e estabelece limites a serem adotados para o projeto de novos ambientes ou avaliação de ambientes existentes. Este autor cita outras normas internacionais relacionadas à avaliação térmica, como:

- 1) ISO 7726/96 – Ambientes térmicos: instrumentos e métodos para a medição dos parâmetros físicos. O objetivo principal é a definição dos parâmetros e orientação com relação às medições dos parâmetros físicos de ambientes extremos, para análise de stress térmico, devendo ser utilizada como referência quando se deseja fornecer especificações a fabricantes e usuários de equipamentos de medição de variáveis físicas de um ambiente;
- 2) ISO 8996/90 – Ergonomia: Determinação da produção do calor metabólico - Apresenta metodologia para determinar a produção de calor metabólico, de acordo com três níveis, classificando segundo o tipo de atividade e ocupação. Utiliza tabelas de estimativas de taxa metabólica por atividade específica ou taxa cardíaca sob condições pré-definidas, ou ainda medições diretas do consumo de oxigênio. Essas classificações levam a riscos de erros na ordem de 5 a 15 %, de acordo com o autor;
- 3) ISO 10551/95 - Ergonomia de ambientes térmicos: verificação da influência do ambiente térmico usando escala subjetivas de julgamento. Fornece subsídios para a construção de escala de percepção ou de conforto térmico, de preferências térmicas, de aceitabilidade térmica e de tolerância térmica, para a utilização na obtenção de dados confiáveis e

comparativos sobre o aspecto subjetivo do conforto e stress térmico;

- 4) ISO 9920/95 - Ergonomia de ambientes térmicos: estimativa do isolamento térmico e resistência evaporativa de um traje de roupas. Esta norma aborda a influência do movimento do corpo e a penetração do ar sobre o isolamento térmico e a resistência evaporativa;
- 5) ASHRAE STANDARD 55-92 – Ambientes térmicos: condições para ocupação humana. Baseados no estudos de Fanger em câmaras climatizadas considera a temperatura efetiva (TE) como índice para definir limites, passando a retratar zonas de conforto distintas para o verão e o inverno.

No Brasil, para avaliação do desempenho térmico, podemos citar:

- 1) Critérios de Desempenho Térmico de Edificações Habitacionais e Escolares (AKUTSU *et al.*, 1987);
- 2) NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades (ABNT, 2005);
- 3) NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações (ABNT, 2005);
- 4) NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (ABNT, 2005);
- 5) Projeto de Norma – Projeto 02:135.07-001/4 – Desempenho térmico de edificações. Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente (ABNT, 2003);
- 6) Projeto de Norma 02:136.01.001/1 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais (ABNT, 2004);
- 7) Projeto de Norma 02:136.01.003 – Desempenho de edifícios

habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3: Pisos Internos (ABNT, 2004);

- 8) Projeto de Norma 02:136.01.004 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas (ABNT, 2004).

A escolha do índice ou dos índices de conforto a serem considerados depende das condições ambientais e da atividade a ser desenvolvida pelos indivíduos, por sua maior ou menor importância dentro do contexto analisado.

De acordo com a Norma 02:136.01.001/1 (ABNT, 2004, p. 23) uma edificação habitacional deve atender as exigências de conforto térmico de seus usuários, considerando-se a região onde a obra será implantada e as características bioclimáticas definidas na NBR 15220-3 – “Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social”.

O Projeto de Norma 02:136.01.001/1 estabelece três procedimentos para se avaliar a adequação das habitações às oito Zonas descritas na NBR 15220-3:

- 1) Simplificado: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para fachadas e coberturas nos Projetos de Normas:
 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas;
 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 5: Coberturas.
- 2) Simulação: verificação por meio da simulação computacional do desempenho térmico do edifício.
- 3) Medição: verificação por meio da realização de medições em edificações ou protótipos construídos.

As oito Zonas Brasileiras descritas na NBR 15220-3 (FIGURA 7) são zonas relativamente homogêneas quanto ao clima.

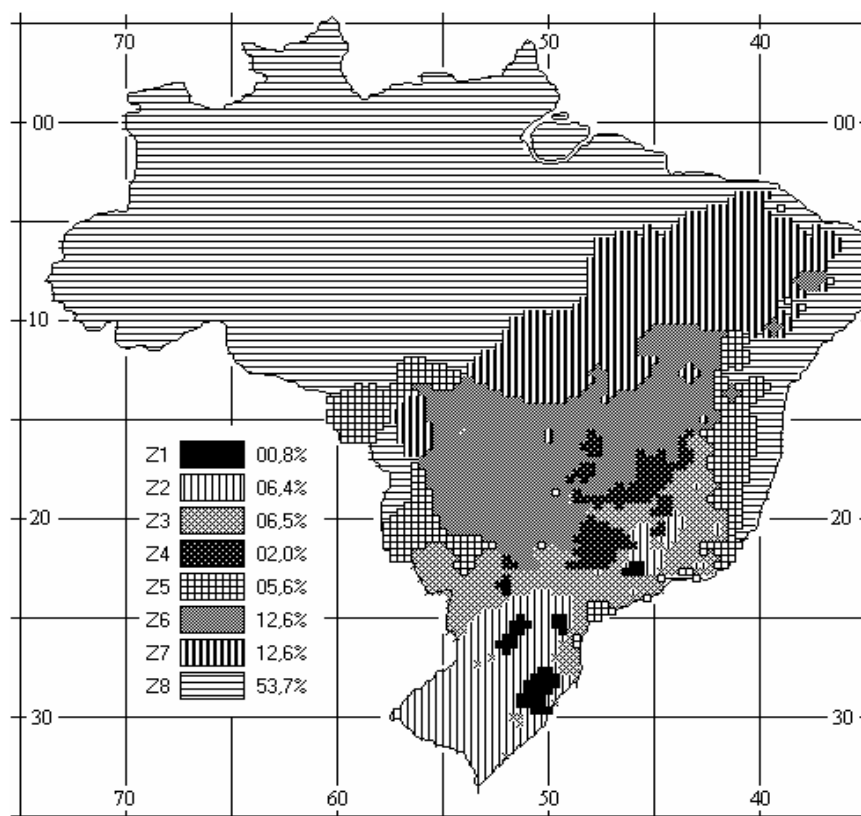


FIGURA 7 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO
 FONTE: ABNT (2005, P.2)

Com base na adaptação da Carta Bioclimática de Givoni (1976), formularam-se para cada uma dessas zonas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo que otimizam o desempenho térmico das edificações. A cidade de Curitiba está situada na Zona Bioclimática 1.

Lamberts *et al.* (2000, p.15) definem como sendo Bioclimatologia o estudo das relações entre o clima e o ser humano, de maneira a criar uma arquitetura com desempenho adequado, tirando partido das condições climáticas, e propõem algumas estratégias bioclimáticas que, corretamente utilizadas durante a fase de concepção do projeto, podem contribuir para melhorar as condições de conforto térmico.

As estratégias bioclimáticas podem ser visualizadas através das cartas bioclimáticas ou na carta psicrométrica. Estas cartas ou diagramas propõem estratégias de adaptação da arquitetura ao clima. Inicialmente proposto por Olgyay,

o diagrama bioclimático era voltado estritamente para as condições externas, sendo complementado por Givoni em 1969, que concebe uma carta bioclimática com correções de algumas limitações do diagrama de Olgyay: “baseia-se em temperaturas internas dos edifícios, propondo estratégias construtivas para adequação da arquitetura ao clima” (LAMBERTS *et al.*, 1997, p.104). Em 1992, Givoni concebe uma carta bioclimática adequada para países em desenvolvimento (FIGURA 8).

Recentemente, foi feita uma revisão bibliográfica (GOULART *et. al*, 1994) em relação à bioclimatologia aplicada à arquitetura, com o objetivo de selecionar uma metodologia bioclimática a ser adotada no Brasil, concluindo-se que “o trabalho de Givoni, de 1992, para países em desenvolvimento é o mais adequado às condições brasileiras” (GIVONI, 1992; LAMBERTS *et al.*, 1997, p.104-105).

As estratégias bioclimáticas podem ser visualizadas através da carta bioclimática fornecidas pelo programa ANALYSIS¹⁴.

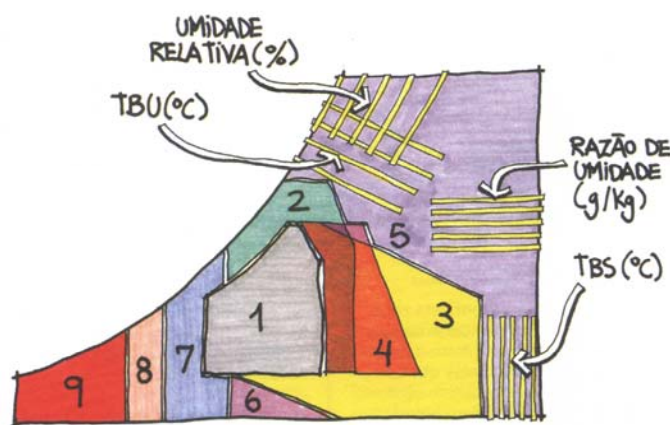


FIGURA 8 – CARTA BIOCLIMÁTICA ADOTADA PARA O BRASIL
FONTE: LAMBERTS *ET AL.* (1997, P.105)

A carta bioclimática é construída sobre o diagrama psicrométrico, que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa. Desta forma, dados de

¹⁴ ANALYSIS – Software desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LABEEE, Núcleo de Pesquisa em Construção – NPC, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

temperatura e umidade relativa podem ser plotados diretamente sobre a carta, onde podem ser identificadas nove zonas bioclimáticas:

- 1) Zona de conforto;
- 2) Zona de ventilação;
- 3) Zona de resfriamento evaporativo;
- 4) Zona de massa térmica para resfriamento;
- 5) Zona de ar-condicionado;
- 6) Zona de umidificação;
- 7) Zona de massa térmica para aquecimento;
- 8) Zona de aquecimento solar passivo;
- 9) Zona de aquecimento artificial.

Quanto às condições de conforto (Zona de Conforto – FIGURA 9), “para as condições climáticas que resultem em pontos delimitados por essa região existe uma grande probabilidade das pessoas perceberem a sensação de conforto térmico. Desta forma, pode-se verificar que a sensação de conforto pode ser obtida para umidade relativa variando de 20 a 80% e temperatura entre 18 a 29 °C” (LAMBERTS *et al.*, 2000, p.15)¹⁵.

¹⁵ Na verdade, a zona de conforto de 18 a 29 °C, dentro de uma faixa de 4g/kg (razão de umidade) até uma umidade relativa de 80%, conforme a FIGURA 29.

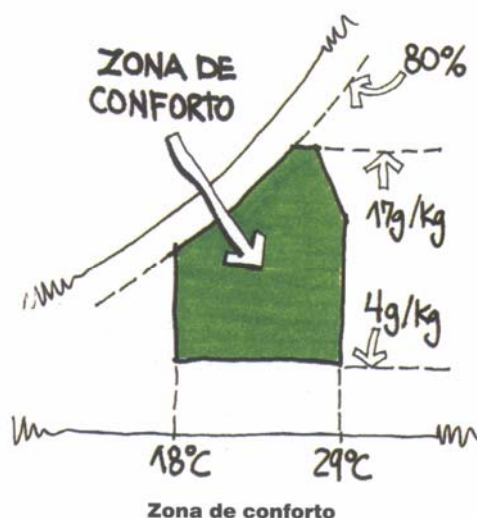


FIGURA 9 – ZONA DE CONFORTO

FONTE: LAMBERTS ET AL. (1997, P.106)

O Projeto de Norma 02:136.01.001/1, estabelece critérios e níveis de desempenho para condições de conforto no verão e no inverno. De acordo com a mesma, no dia típico de verão, as condições de conforto térmico no interior da edificação devem ser melhores ou iguais às condições externas à sombra.

A Tabela 1 estabelece o valor máximo diário da temperatura interna dos ambientes, para as condições de verão, considerando-se recintos com permanência prolongada, sem ocupação ou outras fontes geradoras de calor, de acordo com o Projeto de Norma ABNT – 02:136.01.001 (2002, p.24). Destaca-se que a cidade de Curitiba está situada na zona bioclimática 1, zona 1 (ABNT NBR 15220-3, 2005, p.13).

TABELA 1 - CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE VERÃO

NÍVEL DE DESEMPENHO	LIMITES DE TEMPERATURA DO AR NO VERÃO
M	Valor máximo diário da temperatura do ar interior \leq valor máximo diário da temperatura do ar exterior (zonas 1 a 8)
I	- Valor máximo diário da temperatura do ar interior $\leq 29^{\circ}\text{C}$ (zonas 1 a 7) - Valor máximo diário da temperatura do ar interior $\leq 28^{\circ}\text{C}$ (zona 8)
S	- Valor máximo diário da temperatura do ar interior $\leq 27^{\circ}\text{C}$ (zonas 1 a 7) - Valor máximo diário da temperatura do ar interior $\leq 26^{\circ}\text{C}$ (zona 8)

Zonas bioclimáticas de acordo com o projeto de norma 02:135.07-003:1998 – Parte 3

Sendo dados:

M – Nível mínimo de desempenho;

I – Nível intermediário e;

S – Nível superior.

FONTE: ABNT – 02:136.01.001 (2002, P.24)

Os critérios e níveis de desempenho para as condições de conforto térmico no interior da edificação, no dia típico de inverno, não devem ser menores que os dispostos na Tabela 2 (Projeto de Norma 02:136.01.001/1, p. 24).

TABELA 2 - CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO PARA CONDIÇÕES DE INVERNO

NÍVEL DE DESEMPENHO	CRITÉRIO	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5 ¹⁾	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	Valor mínimo diário da temperatura do ar interior $\geq 12^{\circ}\text{C}$.	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado.
I	Valor mínimo diário da temperatura do ar interior $\geq 15^{\circ}\text{C}$.	
S	Valor mínimo diário da temperatura do ar interior $\geq 17^{\circ}\text{C}$.	

1) Nas zonas 1 e 2 o critério deve ser verificado considerando-se fonte interna de calor de 1000W. Zonas bioclimáticas de acordo com o projeto de norma 02:135.07-003:1998 – Parte 3

FONTE: ABNT – 02:136.01.001 (2002, P.24)

Sattler (1990, p.127-132) descreve método utilizado para caracterização climática para a cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul através de dias típicos de verão e inverno, com vistas ao projeto térmico de edificações. Analisou dados relativos a um período de cinco anos - 1977-1981.

Goulart *et al.* (1998, p. 24) consideram o dia típico ferramenta importante na determinação das exigências higrotérmicas de verão e inverno, para que com base nestes dados o profissional ligado ao projeto possa elaborá-lo de maneira que este possa responder melhor ao conforto térmico do indivíduo. Desta forma, estabeleceram dias típicos de projeto para quatorze cidades brasileiras. Os autores descrevem o procedimento para obtenção dos dias típicos como:

“para cada um dos dias do período de dados disponíveis, é calculada a temperatura média diária, as quais são ordenadas, em ordem crescente. São encontradas, então, o conjunto de dias de temperaturas médias mais elevadas, caracterizando, aproximadamente, 15% do número total de dias. Da mesma forma, são selecionados os dias de temperaturas médias mais baixas no período. Os dias encontrados correspondem aos períodos quente e frio, respectivamente. Deste conjunto, são verificadas as datas limites, a fim de determinar-se a abrangência dos períodos quentes e frios. Os dias incluídos no período quente, denomina-se dias quentes e aqueles incluídos no período frio são chamados dias frios. Depois de reordenadas as temperaturas médias correspondentes aos dias dos períodos definidos

acima, são determinados os níveis de 1%; 2,5%; 5% e 10% tanto para os dias quentes, como para os dias frios. Portanto, o nível de 2,5%, relativo a dias quentes, por exemplo, caracteriza o dia cuja temperatura média é excedida somente por 2,5% do total de dias quentes. Para cada nível, são selecionados os dias cujas temperaturas médias se situam imediatamente acima e abaixo da temperatura média do dia de referência e dentro de um intervalo representando 1% do número de dias do conjunto. Como a metodologia trabalha com um dia teórico, são calculadas as médias horárias das características dos dias situados nestes intervalos, para cada nível, definindo-se, assim, os dias típicos de verão e dias típicos de inverno. Para cada dia típico, são listados os valores horários de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido ou umidade relativa, nebulosidade (ou radiação solar), direção e velocidade do vento. SATTLER [1989] salienta que é importante conhecer-se a data de referência de cada dia típico, para que se estimem com precisão, os valores de irradiância solar nos diferentes componentes externos da edificação. Segundo a metodologia, esta data deve ser definida pelo cálculo das declinações solares, ou seja, corresponde ao dia cuja declinação solar mais se aproxime da média das declinações solares dos dias considerados na definição dos dias típicos (Goulart *et al.*, 1998, p. 24)".

Para Curitiba, relativos ao nível de frequência de ocorrência de 1%, baseados em dados coletados entre 1961 a 1970 são mostrados na Tabela 3.

TABELA 3 – VALORES HORÁRIOS DAS CARACTERÍSTICAS DO DIA TÍPICO DE NÍVEL 1% (VERÃO). PERÍODO DE VERÃO – NÍVEL: 1% - DATA DE REFERÊNCIA:28/01

HORA	TBS (°C)	TBU (°C)	U.R. (%)	VV (m/s)	DV/FREQ (graus/%)	TN (0 – 10)	Cont. U (g/kg)
0	20,6	20,0	95	1,6	- / 45,5	6,0	16,2
1	20,3	19,8	96	1,7	- / 40,9	5,8	16,0
2	20,0	19,6	97	1,3	- / 45,5	5,9	15,8
3	19,7	19,4	97	1,7	- / 31,8	5,9	15,7
4	19,5	19,2	97	1,7	- / 36,4	5,5	15,5
5	19,3	19,0	98	1,0	- / 54,5	5,3	15,3
6	19,0	18,8	98	1,6	- / 40,9	6,2	15,1
7	20,0	19,5	95	1,5	- / 60,0	6,0	15,6
8	21,7	19,9	86	2,0	- / 36,4	5,7	15,6
9	24,0	20,8	77	3,3	360 / 13,6	5,6	16,0
10	26,1	21,6	69	3,6	- / 13,6	4,6	16,3
11	27,4	21,9	63	4,4	270 / 22,7	4,9	16,1
12	28,9	22,3	58	5,2	290 / 18,2	4,9	16,2
13	29,7	22,5	56	5,3	330 / 22,7	5,4	16,3
14	29,9	22,6	55	5,5	300 / 22,7	5,1	16,3
15	30,0	22,6	55	5,5	330 / 22,7	5,5	16,3
16	29,3	22,2	56	5,1	270 / 13,6	6,0	15,9
17	28,0	22,0	61	4,9	330 / 18,2	6,6	16,2
18	26,6	21,8	67	3,8	340 / 18,2	6,8	16,4
19	24,3	21,3	78	3,1	90 / 13,6	6,9	16,5
20	23,0	20,9	84	3,2	120 / 13,6	6,8	16,5
21	21,9	20,6	89	3,2	- / 9,1	7,1	16,4
22	21,3	20,2	92	2,8	- / 13,6	6,9	16,2
23	20,9	20,1	93	2,9	- / 18,2	7,2	16,1
Média Diária	23,8	20,8	80	3,2	-	5,9	16,0

FONTE: GOULART *ET AL.* (1998, P.68-69)

Na TABELA 4 são apresentados os dados para os dias típicos de verão e de inverno para Curitiba segundo o Projeto de Norma da ABNT – NBR 02:136.01.001 (2002).

TABELA 4 – DADOS DOS DIAS TÍPICOS DE VERÃO E INVERNO PARA CURITIBA

	Temperatura máxima diária (°C)	Amplitude diária de temperatura(°C)	Temperatura de bulbo úmido (°C)	Nebulosidade (décimos)
Verão	31,4	10,2	21,3	8
Inverno	0,7	11,6	11,0	6

FONTE: ABNT – NBR 02:136.01.001 (2002, P.50-51)

O Projeto de Norma (ABNT, 2002, p.49) fornece ainda outros dados para a cidade de Curitiba como: zona bioclimática (1), altitude (910,0m), latitude (25,5 °S), longitude (49,2 °W).

3.8 FATORES CLIMÁTICOS E CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE CURITIBA

Tendo em vista a importância da relação entre arquitetura e clima no desempenho térmico das edificações, é primordial o conhecimento dos fatores que influenciam o clima local.

A palavra clima vem do grego *Klima* “inclinação”, “que etimologicamente designa conhecimento de ordem astronômica e cosmográfica, aplicado a toda superfície terrestre, caracterizada por condições atmosféricas comparáveis” (BOGO *et al.*, p. 5, 1994).

Entende-se por clima “o conjunto de fatores físicos que compõem o meio atmosférico de determinada localidade geográfica” (KRÜGER, 1993).

Lamberts *et al.* (1997, p. 28) consideram importante diferenciar os conceitos de tempo de clima. Para os autores, “tempo é a variação diária das condições atmosféricas, enquanto que clima é a condição média do tempo em uma dada região, baseada em medições, normalmente durante 30 anos”.

Segundo Givoni (1976), os principais elementos climáticos, quando se considera o conforto humano e o projeto de edificações, são: a radiação solar (ondas curtas e ondas longas); a radiação de onda longa (emitido pelas superfícies); a temperatura e umidade do ar; os ventos e as precipitações.

Por radiação solar, entende-se a radiação eletromagnética emitida pelo Sol. Somente parte desta radiação chega à superfície terrestre, outra parte é absorvida ou refletida, sendo que grande parte desta radiação provém de radiação direta ou difusa. Por exemplo: os raios diretos que chegam à superfície são refletidos, atingem as nuvens, sofrendo novas reflexões e retornam à superfície da terra de forma difusa. Da radiação solar, cerca de 90% são ondas curtas e 10% ondas longas.

A radiação de onda longa é emitida do solo terrestre para a atmosfera e daí para o espaço (GIVONI, 1976), sendo de grande importância no equilíbrio térmico terrestre. De acordo com Krüger (1993), esta radiação depende diretamente da diferença de temperatura entre o solo e a atmosfera e, indiretamente, da capacidade

de reflexão do terreno (albedo terrestre) e de sua permeabilidade. O albedo influi na temperatura das camadas de ar próximas ao solo, ao refletir a radiação de onda curta do Sol, e a permeabilidade do solo e das superfícies influi nas perdas por evaporação.

Os valores usuais para o albedo podem ser encontrados na Tabela 5.

TABELA 5 – VALORES DE ALBEDO TERRESTRE

TIPO DE SUPERFÍCIE	VALOR DO ALBEDO
Construções, areia úmida, rocha	0,08 – 0,15
Asfalto, solo seco	0,15 – 0,25
Camada de neve fresca	0,80 – 0,90
Camada de neve velha	0,60 – 0,70
Solo cultivado	0,10 – 0,25
Solo arenoso	0,15 – 0,25
Areia clara, mato seco	0,25 – 0,40
Prados e pastagens	0,15 – 0,30
Extensão d'água	0,05 – 0,12

FONTE: CASAMO CLIM¹⁶ APUD KRÜGER (P. 28 1993)

A temperatura da superfície terrestre é o principal fator determinante da temperatura do ar. A camada de ar em contato direto com o solo, cuja temperatura se encontra mais elevada que a temperatura do ar é aquecida por condução. A condução ocorre nas primeiras camadas das moléculas. Este aquecimento se transfere para as camadas superiores principalmente por convecção, provocando turbulências e redemoinhos no ar (GIVONI, 1976). A umidade do ar está relacionada à quantidade de vapor d'água contido na atmosfera.

Segundo o mesmo autor, a distribuição e a característica dos ventos sobre uma região dependem de vários fatores globais e locais. Sendo a distribuição sazonal da pressão atmosférica, a rotação terrestre, a variação de aquecimento e resfriamento da terra e do mar, a topografia da região e seu entorno os principais

¹⁶ Centre d'Energetique de l'Ecole des Mines de Paris CASAMO-CLIM. Manuel d'Utilization. Paris: Agence Française pour la Maitrise de l'Energie, 1990.

fatores determinantes das características dos ventos.

Krüger (1993) cita ainda a influência da Força de Coriolis, que, segundo Koenigsberger *et al.* (1977, p.26), “corresponde ao efeito de rotação desigual da atmosfera em diversas latitudes em relação ao movimento de rotação da Terra. Como a atmosfera se comporta como um fluido preso à superfície por gravidade e fricção, a massa de ar tende a ficar um pouco para trás, no Equador, onde a rotação é mais rápida”.

A precipitação pode ocorrer sob a forma de chuva, granizo ou neve. Quando o ar, contendo uma determinada quantidade de vapor, é resfriado, a capacidade de conter esse vapor é diminuída, ficando o ar saturado.

Para Siqueira *et al.* (2005), o clima predominante no Brasil é o tropical, porém, a influência da continentalidade, da maritimidade, da latitude, do relevo e das massas de ar faz com que no Brasil haja vários subtipos de clima tropical.

Lamberts *et al.* (1997, p. 113), devido à grande extensão territorial, classificam o clima no Brasil em seis tipos:

- 1) Tropical – verão quente e chuvoso e inverno quente e seco, e temperaturas médias acima de 20 °C;
- 2) Equatorial – compreendendo toda a Amazônia, apresentando chuva em abundância e temperaturas médias entre 24 °C e 26 °C;
- 3) Semi-árido – região climática mais seca, com temperaturas médias em torno de 27 °C, chuvas escassas;
- 4) Subtropical – temperaturas médias abaixo de 20 °C, e chuvas fartas, inverno rigoroso podendo ocorrer neve nas regiões mais elevadas.
- 5) Tropical Atlântico – característico das regiões litorâneas, com temperaturas médias entre 18 °C e 26 °C e chuvas em abundância, sendo que, para as regiões situadas mais ao sul, estas se concentram no verão e para as regiões próximas ao equador, de latitudes mais baixas, as chuvas se concentram mais no inverno e outono;
- 6) Tropical de Altitude – temperaturas médias entre 18 °C e 22 °C. Com

chuvas mais intensas no período de verão, podendo gear no inverno. O clima tropical de altitude abrange o norte do Paraná e o sul do Mato Grosso do Sul, regiões mais altas do planalto atlântico.

Estas regiões climáticas estão ilustradas no mapa abaixo (FIGURA 10).

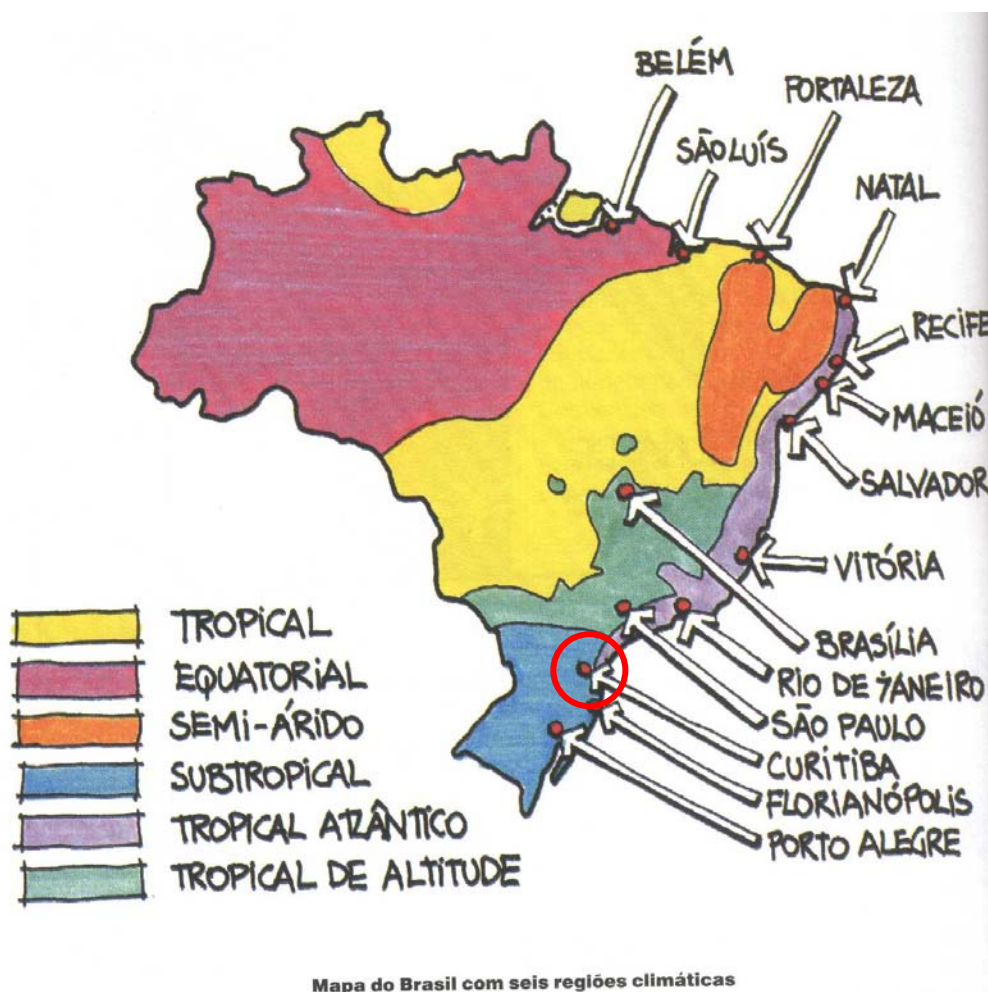


FIGURA 10 - REGIÕES CLIMÁTICAS DO BRASIL
 FONTE: LAMBERTS ET AL. (1997)

As figuras abaixo (FIGURA 11 e 12) mostram as normais climatológicas para o levantamento das temperaturas do ar entre 1961 a 1990, para o território brasileiro, que, especialmente quanto às máximas anuais (FIGURA 11) se aproximam da distribuição climática do mapa da Figura 10.

“As “Normais Climatológicas” são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essas médias referem-se a

períodos padronizados de 30 (trinta) anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 e 1961 a 1990. Como no Brasil somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, o primeiro período padrão possível de ser calculado foi o de 1931 a 1960, porém através de um esforço o INMET conseguiu compilar um período de 30 (trinta) anos, onde foram calculadas as médias para o período de 1912 a 1942, para algumas estações meteorológicas que possuíam dados deste período” (INMET, 2008).

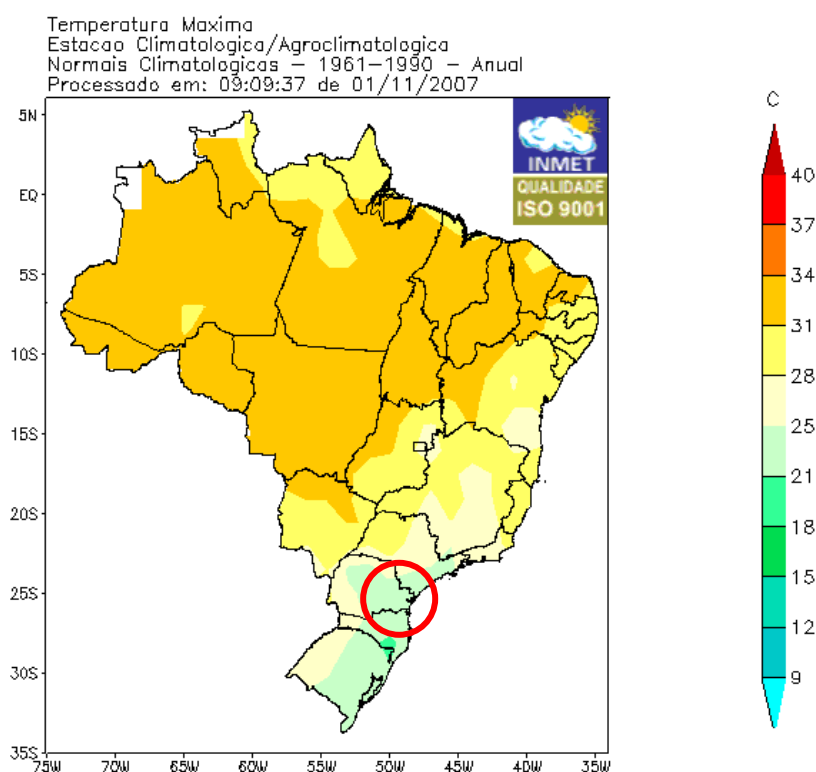


FIGURA 11 – MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS ANUAIS PARA O PERÍODO DE 1961 A 1990

FONTE: INMET (2008)

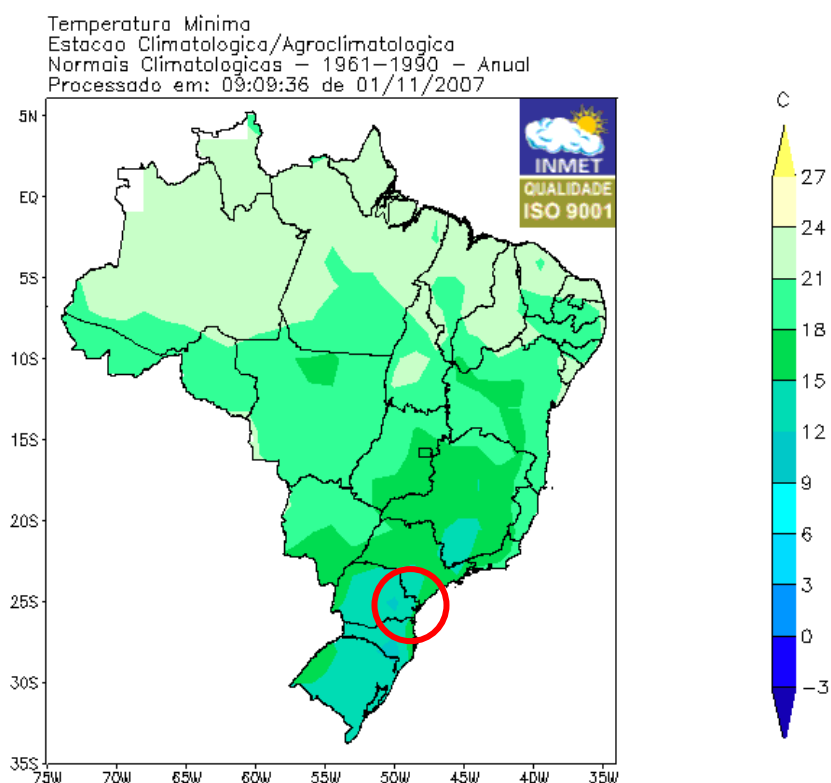


FIGURA 12 – MÉDIA DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS ANUAIS PARA O PERÍODO DE 1961 A 1990
FONTE: INMET (2008)

Curitiba está situada na região denominada Subtropical, portanto com temperaturas médias normalmente abaixo de 20 °C, sendo que a amplitude anual varia entre 9 °C e 13 °C. O índice pluviométrico varia de 1500 mm/ano a 2000 mm/ano (LAMBERTS *et al.*, 1997).

Dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2008) informam que a cidade de Curitiba está situada na latitude: - 25.4486°; longitude: -49.2300° e altitude: 923,50 m.

Analisando a carta bioclimática, construída com base nos trabalhos de Givoni (1976) sobre o diagrama psicrométrico, na qual se relaciona, entre outros fatores, a temperatura do ar à umidade relativa, obtida para Curitiba através do

programa ANALYSIS¹⁷ (FIGURA 13). Nota-se que a maior parte do desconforto é causada por frio (73,2% das horas do ano), sendo as principais estratégias recomendadas para esta cidade.

Podemos observar a zona de conforto (região 1 do gráfico), a zona definida para a estratégia de ventilação (2), a zona definida para resfriamento evaporativo (3), a zona de massa térmica para resfriamento (4), a zona de ar-condicionado (5), a zona de umidificação (6), a zona de massa térmica para aquecimento (7), a zona de aquecimento solar passivo (8) e a zona de aquecimento artificial (9).

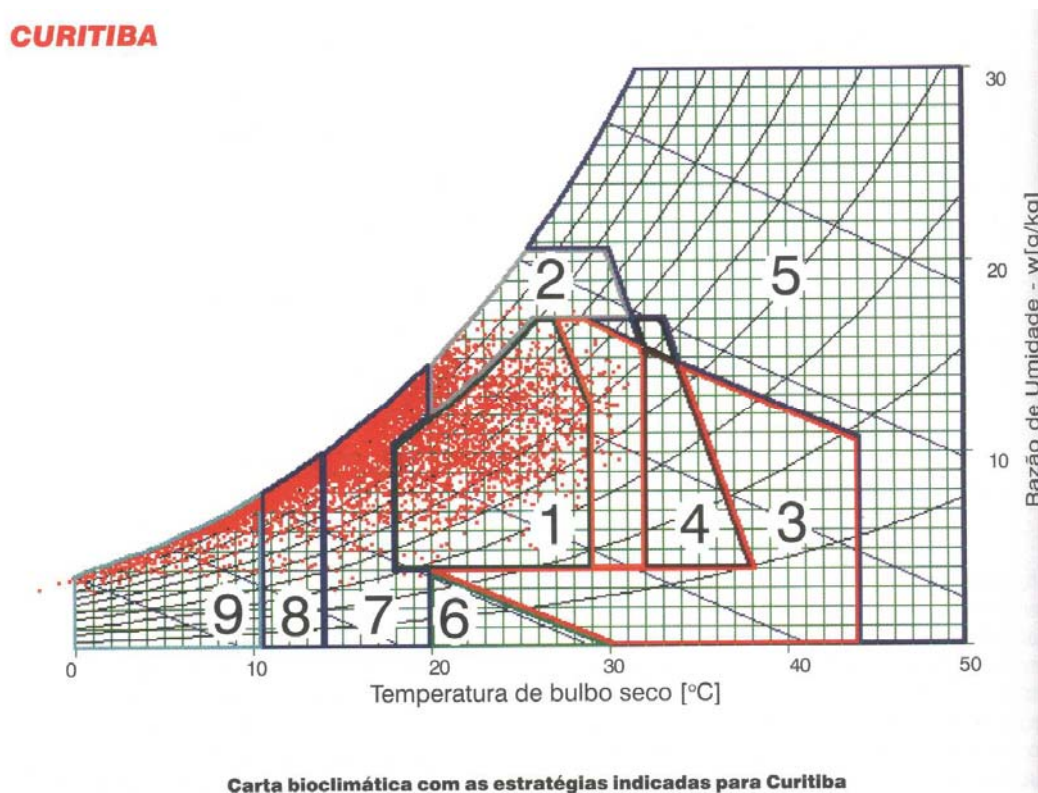


FIGURA 13 – CARTA BIOCLIMÁTICA DE CURITIBA
FONTE: LAMBERTS ET AL. (1997)

De acordo com relatório do ANALYSIS, recomenda-se sobretudo o aproveitamento máximo do Sol, combinado com o uso de massa térmica nos

¹⁷ ANALYSIS – Software desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LABEEE, Núcleo de Pesquisa em Construção – NPC, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

fechamentos. E, para os 11,8% de horas de frio que exigem aquecimento artificial, sugere-se observar a eficiência do sistema de aquecimento e procurar obter máximo rendimento do mesmo. Para os 6,84% de horas de desconforto por calor, recomenda-se o uso de ventilação.

3.9 O USO DE PAINÉIS DE MADEIRA NA HABITAÇÃO

O cenário atual do setor florestal brasileiro reflete a atuação do Homem sobre a natureza, na exploração predatória das florestas naturais, causada principalmente, pela expansão das áreas destinadas à agricultura, atividades de mineração, o avanço e crescimento das cidades, a produção de carvão vegetal e as atividades de mineração (MENDES *et. al.*, 2003). De acordo com os autores, a falta de política de monitoramento da exploração via manejo sustentável contribuiu para agravar a situação. Aliadas a este fato, as pressões ecológicas impondo restrições ao comércio internacional de madeiras oriundas da exploração de florestas nativas incentivam a utilização de madeiras de florestas plantadas.

A exploração de matas nativas quando realizada de forma racional, denomina-se manejo florestal sustentado. Esse tipo de atividade resulta no aproveitamento da madeira madura, possibilitando a liberação de áreas para o plantio de novas mudas, que consomem, em média, 30% mais gás carbônico (CO_2) que as árvores maduras, sendo, portanto, filtros mais potentes, contribuindo assim para a absorção do CO_2 e devolvendo à atmosfera maior quantidade de oxigênio (O).

De acordo com Lauer (2007), a quantidade de CO_2 lançado na atmosfera é proporcional à quantidade de energia consumida. Na tabela 6 estão representados os valores dos gastos energéticos na produção de uma tonelada de matéria-prima pronta para uso em obras.

TABELA 6 - CONSUMO ENERGÉTICO NA PRODUÇÃO DE UMA TONELADA DE MATÉRIA PRIMA

Matéria-prima	Consumo de energia (kwh)
Barro	0 - 2,5
Madeira	100
Concreto	250 - 300
Tijolos	450
Cimento	1.000
Vidro	6.000
Plástico	8.200 – 20.000
Alumínio	72.000

FONTE: DADOS ADAPTADOS DE LAUER (2007, P.55)

A opção pela construção de moradias em madeira revela-se uma forma de utilização da madeira, para que a mesma não devolva o CO₂ que seqüestrou da atmosfera.

O uso da madeira vem de longa data: como meio de ignição, lenha, fabricação de utensílios diversos, meios de transporte, material de construção de edificações, dentre outros.

Na construção civil, a madeira vem sendo utilizada principalmente como fôrmas para concreto, andaimes, escoramentos, estrutura de coberturas, esquadrias (portas e janelas), forros e pisos. A madeira pode ser utilizada na sua forma mais natural, com pouco ou nenhum processamento - como no caso do seu uso em escoras para lajes e em andaimes, onde a madeira roliça é usada sem a retirada da casca; ou ainda recebendo tratamento com produtos preservativos para seu uso nos postes para distribuição de energia elétrica, em estruturas de edificações, ou na construção de casas pré-fabricadas (denominadas *log homes*). Na Tabela 7 estão outras formas obtidas no desdobro da madeira para uso na construção.

TABELA 7 – TIPO DE PEÇAS DE MADEIRA EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tipo de Peça	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento
Prancha	40 - 70	> 200	variável
Pranchão	> 70	> 200	variável
Viga	>40	110 - 200	variável
Vigotes	40 - 80	80 - 110	variável
Tábuas	10 - 40	> 100	variável

FONTE: DADOS ADAPTADOS DA REVISTA DA MADEIRA (2007, P.67)

Outros tipos de madeira empregados na construção são: caibros, sarrafos, pontaletes, ripas e outros.

O beneficiamento da madeira obtido pela usinagem das peças serradas, como: aplainamento, molduramento, torneamento, desempeno, destopamento, recorte, furação, ranhuras, dentre outras, acrescenta-lhes maior valor agregado e desta forma, a madeira passa a ter aplicação não só em peças participantes das fases de uma obra, mas no acabamento e finalização da mesma.

O uso racional e sustentado da madeira deve contemplar: a redução dos impactos ambientais da exploração florestal, a redução na geração de resíduos, a reciclagem da madeira e a ampliação do ciclo de vida do material.

Segundo o IPT e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico – SCTDE (2007, p.68), os painéis de madeira surgiram da necessidade de amenizar as variações dimensionais da madeira maciça, diminuir seu peso e custo e manter as propriedades isolantes e acústicas.

Os painéis e os produtos de pequenas partículas de madeira ou fibras são de origem histórica recente, no entanto, a madeira é o mais antigo material de construção do Homem, com exceção da pedra.

De acordo com Iwakiri (2005, p.31), a origem da utilização de lâminas de madeira data de 3.000 anos a.C., utilizadas na manufatura de móveis artesanais, cuja produção era feita em pequena escala. O desenvolvimento das indústrias de laminação ocorre a partir da invenção do torno laminador, no ano de 1818, e a primeira indústria foi instalada na Alemanha em meados do século XIX. De acordo com o autor, as primeiras indústrias de compensado foram implantadas no início do século XX e, no Brasil, o desenvolvimento da indústria laminadora iniciou-se em São Paulo, por volta de 1928. Nesta mesma época surge em Curitiba a primeira laminadora industrial.

A utilização de chapas de fibras de madeira iniciou-se no Japão, no século VI A.C., na forma de papéis pesados utilizados como divisórias internas (IWAKIRI, 2003).

Segundo Maloney (1993) e Iwakiri (2003), em 1858 Lyman, nos EUA, obteve a primeira patente em chapas de fibras; em 1866 Fleury, também nos EUA, desenvolveu a patente para fabricação de chapas de fibras não inflamáveis, as quais eram formadas através de fibras úmidas comprimidas através de uma prensa ou rolo aquecido. Em 1880, desenvolve-se a tecnologia de produção de chapas duras/isolantes por meio de processo úmido. Carl G. Muench, em 1914, teve a idéia de produzir chapas isolantes a partir de fibras de madeira, inspirado na fabricação de papel. Instala-se então a primeira fábrica de chapas isolantes baseada na tecnologia de produção de papelão.

O período de 1905 a 1935 caracterizou-se pelo desenvolvimento de tecnologia básica, em termos de projeto de fabricação de equipamentos, para linha de produção, difusão e ampliação de mercado dos painéis de madeira (MENDES *et al.*, p.2003). Em 1924, William H. Mason descobre que é possível aumentar a densidade do painel isolante, após a secagem, através da consolidação numa prensa aquecida, obtendo o painel de chapa dura (MALONEY, p.32, 1993).

De acordo com Iwakiri (2003), a primeira fábrica de chapas duras com a utilização de toretes de madeira data de 1930. Em 1931 surge, na Suécia, o desfibrilador “*Asplund*”, utilizando o método contínuo de desfibrilamento a alta temperatura e pressão. A primeira fábrica de chapas de fibras a ser instalada data de 1932, na Alemanha. No Brasil a produção de chapas de fibras só ocorre a partir de 1955. Na Tabela 8 estão apresentadas uma comparação da defasagem em termos de início da produção de painéis de madeira no Brasil, em relação à produção no mundo. A idéia básica para o desenvolvimento do processo seco e semi-seco tem início a partir de 1943, com o desenvolvimento do sistema de formação do colchão por método pneumático (ar). Em 1951 tem início a produção de chapas duras pelo processo semi-seco e no ano seguinte desenvolve-se a planta piloto para chapas duras pelo processo seco.

TABELA 8 – DEFASAGEM BRASILEIRA EM RELAÇÃO AOS PRODUTOS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA

PRODUTOS	MUNDO	BRASIL	DEFASAGEM (ANOS)
Compensado	1913	1940	27
Chapa de fibra	1930	1955	25
Madeira aglomerada	1950	1966	16
MDF	1970	1998	28
<i>Waferboard</i>	1975	-	25*
OSB	1975	2002	27
<i>Homogeneous board</i>	1980	1990	10
LVL	1972	-	29*
Madeira-cimento	1914	-	87*

* até o presente momento

FONTE: MENDES *et al.* (2003)

No Brasil, somente onze anos após a produção de chapas de fibras (ocorrida em 1955), tem início a produção de chapas de madeira aglomerada - em 1966. O início da produção de chapas de fibras de média densidade (MDF), mundialmente, data de 1970. Em 1975 tem início a produção de *Waferboard* e OSB (*Oriented Strand Board*). No Brasil, a produção de MDF tem início em 1997 e o OSB em 2002 (MENDES *et al.*, p. 13, 2003).

Apesar de que na Tabela 8 não estar especificada a fabricação de painéis de madeira-cimento no Brasil, Curitiba já teve uma fábrica instalada, atualmente fechada, chamada Erkulit. Em Blumenau funciona a fábrica Epex que produz painéis do tipo “Excelsior”.

3.9.1 CLASSIFICAÇÃO DOS PAINÉIS DE MADEIRA

De maneira geral os painéis de madeira são classificados de acordo com dois grupos principais (IWAKIRI, p.4, 2003): painéis compostos por lâminas de madeira e os painéis compostos por partículas e fibras de madeira.

Nas Figuras 14 a 16 estão demonstradas a relação existente entre as partes da madeira utilizadas na produção dos painéis compostos de madeira, a forma de aproveitamento: se em lâmina, partícula ou fibras; a densidade do painel e o tipo de processo.

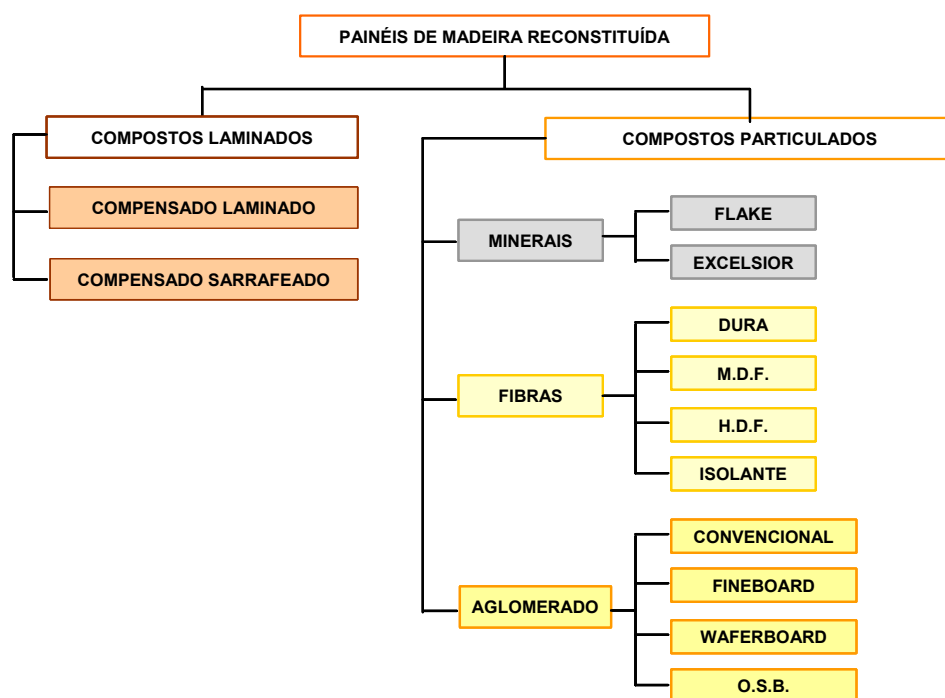


FIGURA 14 – PRINCIPAIS TIPOS DE PAINÉIS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA
FONTE: ADAPTAÇÃO DE IWAKIRI (2005)

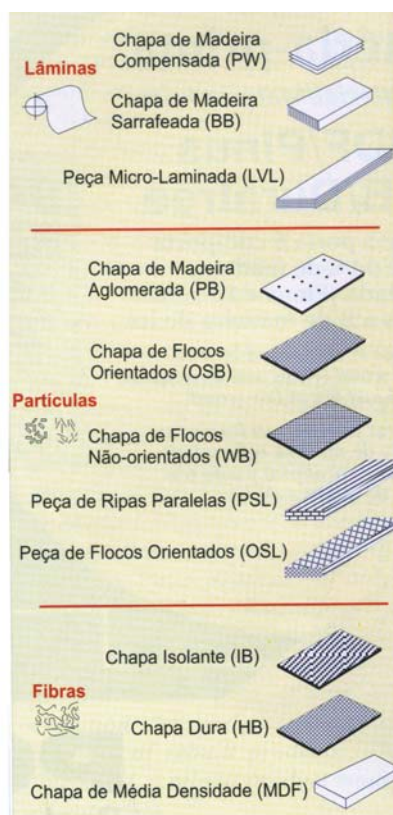


FIGURA 15 - FORMA DE APROVEITAMENTO DA MADEIRA PARA A FABRICAÇÃO DOS PAINÉIS LAMINADOS E PARTICULADOS
FONTE: GONÇALVES ET AL. (2003, P.22)

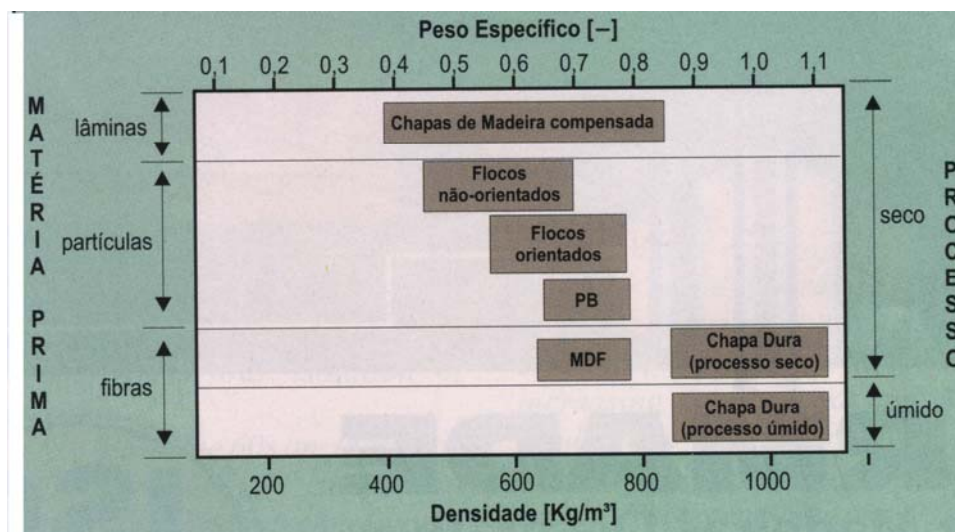


FIGURA 16 - COMPARAÇÃO ENTRE DENSIDADE, TIPO DE PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MATÉRIA PRIMA DOS PRODUTOS COMPOSTOS DE MADEIRA
 FONTE: GONÇALVES, M. T. T. ET AL. (2003, P.22)

3.9.1.1 COMPOSTOS LAMINADOS

Os compostos laminados se caracterizam pela estrutura contínua da linha de cola através do processo de colagem de lâminas, para fabricação de produtos tais como: compensado multilaminado, compensado sarrafeado (FIGURA 18 - 19), painéis de lâminas paralelas (*Laminated Veneer Lumber* - LVL), compensado de lâminas paralelas (*lammyboard*), compensado de painéis de madeira maciça (*three-ply*), dentre outros.

O compensado pode ser definido de forma resumida como “um painel fabricado através da colagem de lâminas, em número ímpar de camadas, com a direção da grã perpendicular entre as camadas adjacentes” (IWAKIRI, 2005, p. 88). No caso de compensados composto por 4 lâminas, o miolo é composto de 2 lâminas com a direção das fibras no mesmo sentido (FIGURA 17).



FIGURA 17 – ESQUEMA DE COMPOSIÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS MULTILAMINADOS
FONTE: IWAKIRI (2003, P.5).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico - SCTDE, os compensados surgiram no início do século XX, com a transformação de toras em painéis de grandes dimensões, que possibilitou melhor aproveitamento da madeira e, conseqüentemente, redução de custos.

São encontrados no mercado três tipos de compensados:

- 1) Multilaminados – produzidos com finas lâminas de madeira prensada;
- 2) Sarrafeados – o miolo é formado por vários sarrafos de madeira (FIGURA 17 - 18);

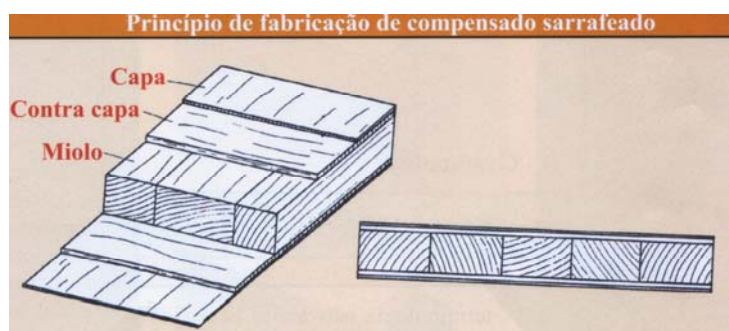


FIGURA 18 – ESQUEMA DE COMPOSIÇÃO DOS PAINÉIS COMPENSADOS SARRAFEADOS
FONTE: IWAKIRI (2003, P.5)



FIGURA 19 – PAINÉIS COMPENSADOS SARRAFEADOS
 FONTE: REVISTA DA MADEIRA (2003, P.25)

- 3) Multissarrafeados – considerados os mais estáveis, têm seu miolo composto de lâminas prensadas e coladas na vertical, e as capas constituídas por lâminas de madeira. Os compensados multissarrafeados são formados por 5 camadas, uma considerada de transição, constituída de lâminas coladas perpendicularmente aos sarrafos, e as lâminas das capas, com a grã no sentido paralelo aos sarrafos.

TIPOS DE PAINÉIS LAMINADOS DE MADEIRA

De acordo com Iwakiri (p.120, 2005), os painéis compensados podem ser classificados com base na qualidade das lâminas que irão compor a capa e contracapa do painel. As lâminas são classificadas em:

Madeira tropical:.....N, A, B, C, D;

Pinus:.....A B, C+, C, D.

Quadro 2 mostra, de maneira genérica, como os compensados podem ser classificados de acordo com o local de utilização (N – natural; A e B – exportação; C – mercado interno; D e E para caixaria), e adesivo utilizado (IWAKIRI, p.95 -121, 2005):

Classificação	Adesivo	Local de utilização	Outras características
IR - Interior	Uréia-formaldeído	Interior	Devem ser protegidos d'água Mín. falha na madeira de 60%, em ensaios de cisalhamento
IM - Intermediário	Melanina-uréia-formaldeído	Interior com alta umidade relativa	Podem receber ação de água eventual Mín. falha na madeira de 60%, em ensaios de cisalhamento
EX - Exterior	Fenol-formaldeído	Exterior ou Ambientes Fechados	Sob ação de umidade e secagem ou ação de água constante Mín. falha na madeira de 80%, em ensaios de cisalhamento

QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DOS COMPENSADOS DE ACORDO COM LOCAL DE UTILIZAÇÃO E ADESIVO

FONTE: IWAKIRI (P.120, 2005)

De acordo com a norma NBR3 – INMETRO (apud IWAKIRI, p.121, 2005), os painéis compensados produzidos no Brasil são classificados em:

- 1) Compensado de uso geral (GER) – Painéis de madeira compensada multilaminada, de uso interno, utilizados na indústria moveleira.
- 2) Compensado para formas de concreto (FOR) – Painéis de madeira compensada multilaminada, de uso externo, empregados na construção civil, compensado com colagem à prova d'água.
- 3) Compensado decorativo (DEC) – de uso interno, empregado na confecção de mobiliário, compensado revestido com lâmina de madeira faqueada, decorativa, com colagem do tipo intermediária.
- 4) Compensado industrial – de ampla utilização, empregado principalmente em embalagens, compensado com colagem à prova d'água e com menor restrição em termos de aparência. Utiliza adesivo à prova d'água.
- 5) Compensado naval (NAV) – de uso externo, normalmente em locais que exigem contato direto com água, como, por exemplo, a construção naval. Compensado produzido com lâminas finas, montagem perfeita e colagem à prova d'água.
- 6) Compensado sarrafeado (SAR) – (*blockboard*) de uso interno, empregado na indústria moveleira, consiste em chapas de miolo formado por sarrafos revestidos com lâmina nas duas superfícies externas

(FIGURAS 18 e 19). |O adesivo empregado na colagem é do tipo interior.

- 7) Esse painel é composto por cinco camadas, sendo o miolo de sarrafos seguidos por uma camada dita de “transição” constituída de lâminas coladas perpendicularmente aos sarrafos e, por fim, as lâminas das capas com a grã no sentido paralelo aos sarrafos (IWAKIRI; p.5, 2003).
- 8) Compensado resinado (R) – chapas com aplicação de resina resistente à água em sua superfície.
- 9) Compensado plastificado (P) – chapas com aplicação de filme sintético na superfície (geralmente o “Tego-film” – celulose impregnada com a resina fenol-formaldeído).

Os compostos laminados de uso interno normalmente utilizam o adesivo uréia-formaldeído, e os de uso externo ou “à prova d’água têm a colagem feita com o adesivo fenol-formaldeído.

São encontrados no mercado outros tipos de painéis compensados como:

- 1) Painéis de lâminas paralelas (LVL) – conhecidos como *Laminated veneer lumber*. São produtos fabricados com lâminas de madeira coladas paralelamente, na mesma direção (o que os diferenciam do compensado comum), utilizando resina fenol-formaldeído. São produtos utilizados como componentes de peças estruturais, principalmente em vigas “I”, nas quais o LVL forma as flanges e a alma é constituída de painéis OSB (FIGURA 20). As outras aplicações do LVL são na confecção de paredes estruturais ou não estruturais, batentes de portas e janelas, corrimãos, degraus de escadas, pisos, estruturas de telhados, pontes, tampos de mesas, estruturas de móveis em geral (CARVALHO; *et. al.*, p.98-100, 2003).

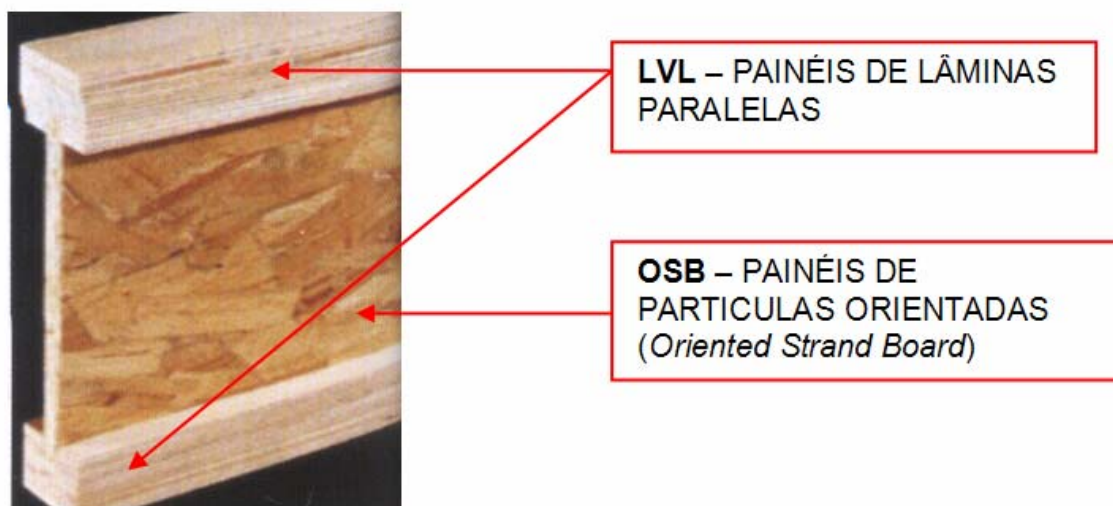


FIGURA 20 – VIGAS “I-JOIST”.
FONTE: REVISTA DA MADEIRA (2003, P. 98)

- 2) Compensado de lâminas paralelas (*Lammyboard*) – Segundo Iwakiri (p.6, 2003), trata-se de um painel derivado do compensado sarrafeado, com a diferença de que o miolo é constituído por painéis de lâminas paralelas seccionadas no sentido longitudinal em tiras e viradas em ângulo de 90°. As faces são constituídas de duas lâminas de madeira em disposições cruzadas.
- 3) Compensado de painéis de madeira maciça (*Three-ply*) – Painel constituído de três camadas de sarrafos colados lateralmente com adesivo à base de PVAc (IWAKIRI, p.6, 2003). No caso deste tipo de painel, utilizado na construção civil, o adesivo pode ser substituído pela resina melamina uréia formaldeído, elevando desta forma sua durabilidade.

Compõem o grupo de compostos laminados a madeira laminada colada (MLC), nas quais as tábuas são dispostas e coladas com suas fibras na mesma direção, ampliando o comprimento e seção transversal, sendo usadas em vigas laminadas e coladas, conhecidas também como madeira estrutural composta. Outros produtos manufaturados, além do citado LVL, estão incluídos nesse grupo, como por exemplo: o PSL – *parallel strand lumber*, e o OSL – *Oriented Strand*

Lumber.

3.9.1.2 COMPOSTOS PARTICULADOS

Os compostos particulados são painéis constituídos de pequenos elementos de madeira (partículas/ fibras, FIGURAS 21 a 23) que diferem dos painéis de compostos laminados por apresentarem a estrutura descontínua da linha de cola. São exemplos de painéis particulados de madeira: as chapas de madeira aglomerada, as chapas de fibras isolantes, as chapas de média densidade (MDF), as chapas duras, as chapas OSB, as chapas de madeira-cimento, dentre outras.

As chapas de partículas de madeira aglomerada, ou “aglomerado”, são produzidas a partir de partículas de material lignocelulósicos, nas quais as madeiras são normalmente encoladas com resina à base de uréia-formaldeído, distribuídas de forma aleatória e consolidadas através de prensagem a quente.



FIGURA 21 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS PARTICULADOS
FONTE: CATÁLOGO DA EMPRESA SIEMPELKAMP – MDF PRODUCTION



Cavacos

FIGURA 22 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS DE FIBRAS
FONTE: CATÁLOGO DE PRODUTOS DA MASISA



Fibras

FIGURA 23 – MATÉRIAS-PRIMAS PARA OS PAINÉIS DE FIBRAS
FONTE: CATÁLOGO DE PRODUTOS DA MASISA

As chapas de madeira aglomerada podem ser classificadas de acordo com a densidade da chapa, os tipos de partículas utilizadas na sua fabricação (QUADRO 3 e FIGURA 24) e a distribuição das mesmas no painel, conforme indicado no Quadro 4 e Figuras 25 e 26.

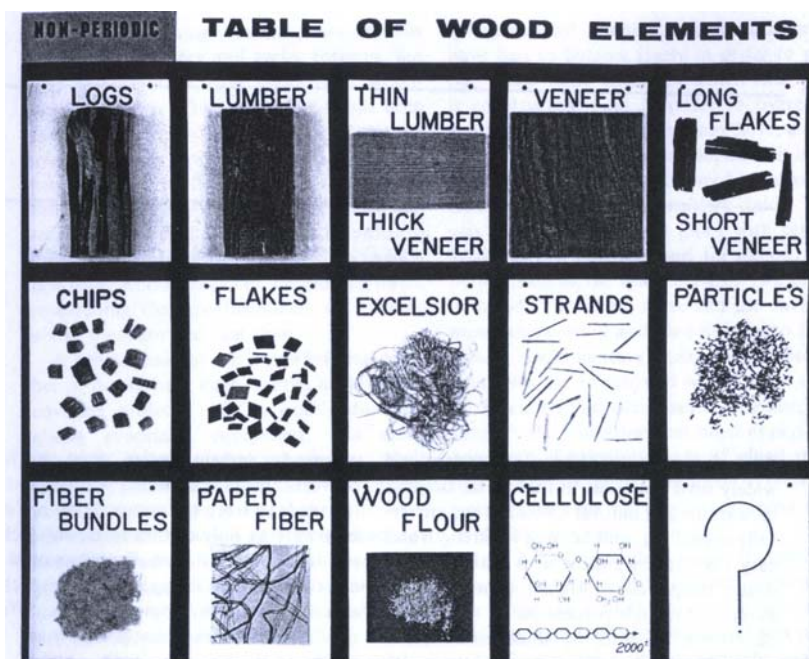


FIGURA 24 - TABELA DE ELEMENTOS DA MADEIRA
 FONTE: MARRA (1992, P. VIII)

Tipo	Densidade (g/cm ³)
Baixa	Até 0,59
Média	De 0,59 a 0,80
Alta	Acima de 0,80

QUADRO 3 - QUANTO À DENSIDADE:
 FONTE: MALONEY (1993); IWAKIRI (2005)

Classificação quanto à Distribuição das Partículas
Painéis Homogêneos (FIGURA 48-A)
Painéis de Múltiplas Camadas (FIGURAS 48-B e 48-C)
Painéis de Camadas Graduadas (FIGURA 48-D)
Painéis de Partículas Orientadas "Oriented Strand Board" (FIGURA 49)

QUADRO 4 - QUANTO À DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS NA CHAPA
 FONTE: MALONEY (1993); IWAKIRI (2005)

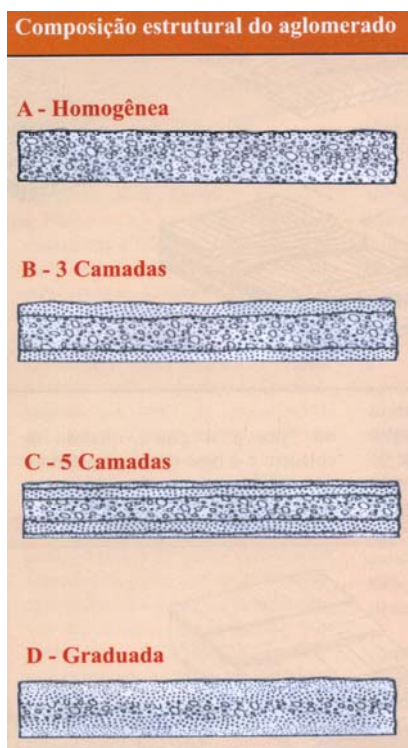


FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÃO DAS PARTÍCULAS DA MADEIRA NAS CHAPAS

FONTE: IWAKIRI (2003, P.6)



FIGURA 26 - PARTÍCULAS DE MADEIRA ORIENTADAS – OSB (ORIENTED STRAND BOARDS)

FONTE: IWAKIRI (2003, P.8)

O autor cita ainda a classificação em função do método de prensagem, conforme Quadro 5 abaixo:

Direção da Pressão	Classificação do Painei
Perpendicular ao plano do Painei	"flat-platen-pressed"
Paralela ao plano do Painei	extrusada

FONTE: IWAKIRI (2005, p. 125)

QUADRO 5 - QUANTO AO TIPO DE PRENSAGEM

FONTE: MALONEY (1993); IWAKIRI (2005)

TIPOS DE PAINÉIS PARTICULADOS DE MADEIRA

Dentre os painéis de partículas de madeira, são encontrados no mercado:

Chapas de madeira aglomerada – De acordo com Iwakiri (2003, p.6), os aglomerados são painéis formados à base de partículas de madeira encoladas normalmente com resina uréia-formaldeído, distribuídas de forma aleatória e consolidadas sob ação de alta temperatura e pressão. Normalmente o aglomerado é

formado por três camadas, sendo as externas constituídas de partículas menores (responsáveis pelo melhor acabamento superficial) e a camada interna com partículas maiores (conferindo maior resistência à ligação adesiva).

Estas chapas podem ser encontradas com acabamento superficial em:

- 1) Lâminas de madeira - Chapas aglomeradas revestidas com lâminas de madeira “faqueadas” (lâminas decorativas de madeira);
- 2) FF - Chapas aglomeradas revestidas com película celulósica do tipo Finish Foil (FF) em padrões unicolores ou fantasia;
- 3) BP - Chapas aglomeradas revestidas com laminado melamínico de baixa pressão (BP), dentre outros;
- 4) Pintura com tintas especiais (IWAKIRI, 2005, p.1570).

As chapas de partículas orientadas (*Oriented strand board* – OSB) são produzidas a partir de partículas longas, de formato retangular, encoladas com resina fenol-formaldeído e/ou isocianato (MDI), orientadas na mesma direção (FIGURA 27) e consolidadas através de prensagem a quente (IWAKIRI, p. 07, 2003).



FIGURA 27 – CHAPAS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS-OSB

FONTE: CATÁLOGO DE PRODUTOS DA EMPRESA MASISA – PAINEL ESTRUTURAL OSB

A chapa OSB é composta por três camadas sendo que nas camadas externas as partículas ficam orientadas no sentido longitudinal e na camada interna as partículas são orientadas perpendicularmente às camadas externas. Isto faz com que os painéis OSB tenham uma melhor distribuição da resistência nos sentidos transversal e longitudinal, podendo ser empregados como painéis estruturais. De

acordo com IPT (2007) os painéis OSB apresentam alta resistência à flexão estática, tanto quanto à dos compensados estruturais, mas inferior à da madeira sólida. Segundo especificações no catálogo da fabricante MASISA, o OSB é “um painel estrutural de tiras de madeira orientada perpendicularmente, em diversas camadas, o que aumenta sua resistência mecânica e rigidez. Estas tiras são unidas com resinas aplicadas sob alta pressão”. As chapas minerais são produtos fabricados a partir de partículas de madeira, em mistura com um aglutinante mineral e aditivos químicos, e consolidadas através de prensagem a frio (IWAKIRI, p. 110, 2003). As chapas minerais são mais conhecidas pelo nome de chapas de cimento-madeira (FIGURA 28) sendo composta basicamente de partículas ou fibras de madeira (agregado), cimento Portland (aglomerante) e água. Aditivos químicos são empregados para reduzir o tempo de cura do cimento, acelerando o desenvolvimento da resistência (LATORRACA, 2003).



FIGURA 28 – PLACAS DE CIMENTO MADEIRA
FONTE: CATÁLOGO DE PRODUTOS DA EMPRESA MOVIMAX – CLIMATEX – PLACA
CIMENTÍCIA MADEIRA MINERALIZADA - CONSTRUÇÃO

Os painéis de cimento-madeira apresentam propriedades isolantes térmica e acústica, maior resistência ao fogo, alta resistência à umidade e ao ataque de agentes biodegradadores, possibilidade de usinagem com ferramentas comuns, de moldagem da superfície das chapas e aplicação de materiais de revestimentos.

Principais tipos de chapas minerais:

- 1) Chapas “Excelsior”;

- - Densidade: $0,24 < d < 0,42 \text{ g/cm}^3$.
- - Partículas longas e estreitas.
- - Comprimento: 500 mm e largura: 0,5 a 5,0 mm.
- - Uso: como isolamento térmico e acústico, em paredes internas e forros.

2) Chapas “Flake”:

- Densidade: $0,95 < d < 1,30 \text{ g/cm}^3$;

3) Partículas tipo “flake”;

- Comprimento: 2,0 a 20,0 mm e largura: 0,2 a 2,5 mm e espessura: 0,1 a 0,9 mm;

- Uso: na construção civil em paredes, pisos e forros.

4) Blocos para construção.

- Dimensões: 20 x 30 x 121 cm;

- Peso: 45,5 kg;

- Uso: paredes.

No Brasil podem ser encontradas placas de cimento-madeira, do tipo “Excelsior”, da empresa MOVIMAX – Climatex - Placa Cimentícia Madeira Mineralizada (TABELA 9).

TABELA 9 –APRESENTAÇÃO DE PLACAS DE CIMENTO-MADEIRA

REFERÊNCIA	CP25/250	C35/200	CP35/250	CP50/250	CP75/250
Espessura (mm)	25	35	35	50	75
Largura (mm)	840	484	840	840	840
Comprimento (mm)	2480	1980	2480	2480	2480
kg/Placa	25	15	32,5	41	50

FONTE: CATÁLOGO DE PRODUTOS DA EMPRESA MOVIMAX – CLIMATEX – PLACA CIMENTÍCIA MADEIRA MINERALIZADA – CONSTRUÇÃO

De acordo com Latorraca (1996), o primeiro produto composto de cimento-madeira aparece no mercado alemão em 1914, com a denominação de “Heraklith”. Nesse mesmo ano, na Áustria, surge a primeira chapa de partículas Excelsior fabricada com magnesita. O início da fabricação de chapas de cimento-madeira, utilizando cimento comum, inicia-se 14 anos depois, em 1928, mas sua produção em

larga escala só acontece após a II Guerra Mundial, na Alemanha, em 1976. Sendo que atualmente, estes painéis são bastante utilizados não só neste país, mas também no Japão, em Portugal e na Suíça. O autor credita esta aceitação ao fato destes painéis apresentarem resistência ao ataque de fungos e cupins, serem bons isolantes termo-acústicos, serem virtualmente incombustíveis e de fácil trabalhabilidade.

Com relação a outros tipos de painéis - como os compensados e sarrafeados - o painel de cimento-madeira tem a vantagem de apresentar menor exigência em relação à matéria-prima (madeira), quanto a sua forma, dimensões, defeitos naturais, dentre outros. Além disto, apresenta baixo consumo de energia em sua produção tendo em vista que suas partículas não requerem secagem e o sistema de prensagem para obtenção do painel é a frio. Somando-se a estas características a possibilidade de utilização de resíduos gerados tanto na exploração florestal como no processamento industrial, painéis de cimento-madeira tornam-se um produto adequado à construção de habitações de cunho social, podendo ser desenvolvidos sistemas de módulos pré-fabricados, com processos de construções simples (LATORRACA, 1996, p.2).

Fazem parte da composição dos painéis de cimento-madeira (LATORRACA, (1996, p. 40 e 2000, p. 56):

- 1) Água – necessária para que ocorram as reações químicas do aglutinante, para a dissolução dos aditivos e para permitir a mistura do cimento que irá revestir as partículas de madeira de forma uniforme. De acordo com Latorraca (1996) a quantidade de água para a mistura:

$$\text{Água(g)} = \text{taxa água:cimento} \times \text{cimento(g)} + [\text{madeira} \times (0,3 - \text{umidade da madeira (\%)/100})]$$
(7)

- 2) Aglutinantes – podem ser o cimento Portland, Magnesita e Gipsita. Na produção dos painéis para execução das paredes de um dos protótipos avaliados adotou-se como aglutinante o cimento do tipo ARI, de alta resistência inicial. Segundo Latorraca (1996, p. 40) a quantidade de

cimento para a mistura:

$$\text{Cimento(g)} = \text{cimento(g)} \times [1 - (\text{aditivo (\%)} / 100)] \dots\dots\dots(8)$$

3) Madeira – usada como agregado junto com o cimento. O cálculo para determinação da quantidade de madeira necessária é (LATORRACA, 1996, P.40):

$$\text{Madeira(g)} = \text{madeira(g)} \times [1 + (\text{umidade da madeira (\%)} / 100)] \dots\dots\dots(9)$$

4) Aditivos químicos – empregados para aceleração da cura (tempo de pega e endurecimento da mistura cimento-madeira-água). E a quantidade de aditivo, na mistura, recomendada por Latorraca (1996):

$$\text{Aditivo(g)} = \text{cimento(g)} \times [\text{aditivo (\%)} / 100] \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{Peso total da mistura (g)} = \text{cimento} + \text{madeira} + \text{aditivo} + \text{água} \dots\dots\dots(11)$$

A quantidade de material que irá para a prensa (MP);

$$\text{MP} = \text{Peso total} \times [(1 - \text{perda}) / 100] \dots\dots\dots(12)$$

As chapas de fibras de madeira se caracterizam como material com estrutura altamente homogênea e isotrópica, tendo em vista a utilização de fibras de madeira individualizadas e o princípio de reconstituição em matriz randômica, conferindo ao produto maior homogeneidade nas suas propriedades. São painéis produzidos com fibras lignocelulósicas, cuja adesão primária se processa através de entrelaçamento das fibras e pelas propriedades adesivas de alguns componentes da madeira como a lignina (IWAKIRI, p.89, 2003).

As chapas de fibras isolantes (*insulation board*)– de baixa densidade são empregadas para aplicações que requeiram isolamentos térmico e acústico, como forros e divisórias.

As chapas duras (*hardboard*) são produzidas com espessuras reduzidas (3,5 mm a 8,0 mm), têm coloração natural marrom, apresentam a face superior lisa e a inferior corrugada. As fibras da madeira são aglutinadas com a própria lignina da madeira e prensadas a quente por um processo úmido que reativa esse aglutinante - não necessitando a adição de resinas. São chapas de alta densidade, com estrutura homogênea, bastante flexíveis e fáceis de trabalhar. Além de possuírem a

textura natural da madeira, têm a superfície uniforme que as tornam fáceis de curvar, perfurar, ou receber pregos.

As chapas de fibras de média densidade (*Medium Density Fiberboard* - MDF) são produzidas com fibras de madeira aglutinadas com resina sintética termofixa, que se consolidam sob ação conjunta de temperatura e pressão resultando em chapa maciça de média densidade. Apresentam estrutura homogênea, superfícies lisas, sendo adequadas a diferentes acabamentos de pintura, envernizamento, impressão, revestimento dentre outros. De acordo com o Instituto de Pesquisas tecnológicas - IPT e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico - SCTDE (2007, p.70), esse tipo de painel possui bordas densas e de textura fina, apropriados para trabalhos de usinagem, permitindo bordas de alta qualidade e acabamento. Este tipo de painel pode ser serrado, torneado, furado, lixado, trabalhado em encaixes, malhetes e espigas, podendo receber pregos, parafusos e colas. São encontradas no mercado em três versões:

- 1) natural;
- 2) revestidas com laminado melamínico de baixa pressão (BP), de acabamento liso ou texturizado em distintos padrões;
- 3) revestidas com película celulósica do tipo *Finish Foil* (FF), podendo, nesta versão, apresentar acabamento de superfície lisa ou texturizada em vários padrões madeirados.

Ainda na linha dos painéis do tipo MDF estão os HDF (*high density fiberboards*), produzidos no mesmo processo a seco, os quais diferem do anterior por apresentar uma densidade maior, acima de 0,80 g/cm³. Estes painéis revestidos com materiais apropriados são destinados à fabricação de pisos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

4.1.1 MATERIAIS

Para a confecção dos protótipos foram utilizados:

- 1) Base em concreto;
- 2) Vedações das paredes em painéis de madeira (OSB, Wall, compensado, aglomerado e cimento-madeira;
- 3) Isolamento da cobertura em manta feita com o reaproveitamento de embalagens de leite tipo Tetra Pak;
- 4) Cobertura em telha ondulada de fibrocimento com espessura de 6,0 mm;
- 5) Estrutura do protótipo e da cobertura em ripas de madeira;
- 6) Empena e oitões em tábua de madeira.

4.1.2 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- 1) Sensores armazenadores de temperatura e umidade – HOBO;
- 2) Transdutor de Fluxo de Calor;
- 3) Sistema de aquisição de Sinais;
- 4) Sensores de temperatura – termopar;
- 5) Máquina fotográfica digital – Sony Cyber-shot 5.0 mega pixels
- 6) Máquina fotográfica digital – Nikon D-80;
- 7) Lente Sigma Fisheye 8mm F-35;
- 8) Estufa para secagem e esterilização – marca Fanem, modelo 320-SE;
- 9) Moinho de martelo;
- 10) Peneiras de 19,0 mm; 12,5 mm e 6,0 mm;

- 11) Prensa – marca SIEMPELKAMP – 40 kg/cm²;
- 12) Paquímetro – Absolute Digimatic, modelo CD-8”C, marca Mitutoyo;
- 13) Balança – modelo AS 5000, carga máxima 5000g, marca Marte;
- 14) Micrômetro digital – 0 – 25 mm, resolução 0,001, marca Mitutoyo;
- 15) Solarímetro; e
- 16) Softwares – IDA e COMFIE

4.2 METODOLOGIA

Diante das constatações apresentadas nos primeiros capítulos, quanto à preocupação com a preservação dos recursos naturais e da sustentabilidade; e quanto à utilização de metodologias e procedimentos metodológicos mais adequados para países em desenvolvimento, a metodologia adotada, nesta pesquisa, para a avaliação do comportamento térmico dos painéis de madeira está de acordo com as principais normas nacionais e internacionais sobre o assunto. São elas:

- 1) Manual de Procedimentos para avaliação de desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares, publicado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (AKUTSU *et al.*, 1987);
- 2) Normas ABNT NBR 15220- 1 a 3, Desempenho térmico de edificações, que trata de definições, símbolos, unidades, métodos de cálculos, zoneamento climático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social;
- 3) Norma ABNT NBR 15220-5, Desempenho térmico de edificações. Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico (ABNT, 2005);
- 4) Normas ASHRAE sobre uso de softwares de simulação com base horária, para anos típicos de referência.

Esta pesquisa se desenvolveu de acordo com as seguintes etapas:

- 1) Escolha dos painéis de madeira a serem analisados e busca de doações e recursos para aquisição dos materiais necessários para confecção dos painéis e protótipos – 2004-2005;
- 2) Planejamento e projeto do protótipo em painéis de madeira – fevereiro de 2005;
- 3) Construção do primeiro protótipo (com painéis OSB) – março de 2005;
- 4) Confecção dos painéis de Cimento-Madeira – abril de 2005;
- 5) Caracterização dos corpos de prova retirados de cada painel de madeira selecionado para a análise – determinação da espessura média; volume; massa e densidade. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, do Curso de Engenharia Florestal, da UFPR – maio-junho de 2005;
- 6) Medição-teste das temperaturas internas dos protótipos de OSB e cimento-madeira – 06 a 18 de dezembro de 2005;
- 7) Análise dos dados obtidos na medição-teste e revisão dos procedimentos – dezembro de 2005;
- 8) Confecção de suportes para abrigar o equipamento de medição das temperaturas externas (FOTOS 1A e 1B) – janeiro de 2006.



A



B

FOTO 1 – SUPORTES CONFECCIONADOS NO SETOR DE MANUTENÇÃO DA UTFPR:

A - INSTALADO JUNTO À ESTAÇÃO DA SIMEPAR/INMET, SITUADA NA UFPR, CENTRO POLITÉCNICO.

B - INSTALADO JUNTO AOS PROTÓTIPOS NO CAMPUS DA UTFPR – BAIRRO ECOVILLE.

FONTE: O AUTOR (2007)

- 9) Confecção de mantas para isolamento térmico das coberturas dos protótipos – feitas com embalagens tipo Tetra Pak costuradas entre si – fevereiro de 2006;
- 10) Aquisição do equipamento para medição do fluxo de calor – março de 2006;
- 11) Instalação de cabo ligando os protótipos até o Bloco A, onde se localizava o micro com o programa para a leitura dos dados do fluxímetro (distância máxima aproximada de 100m). A Figura 29 ilustra a posição da tubulação que levou o cabo do micro até os protótipos – maio de 2006.

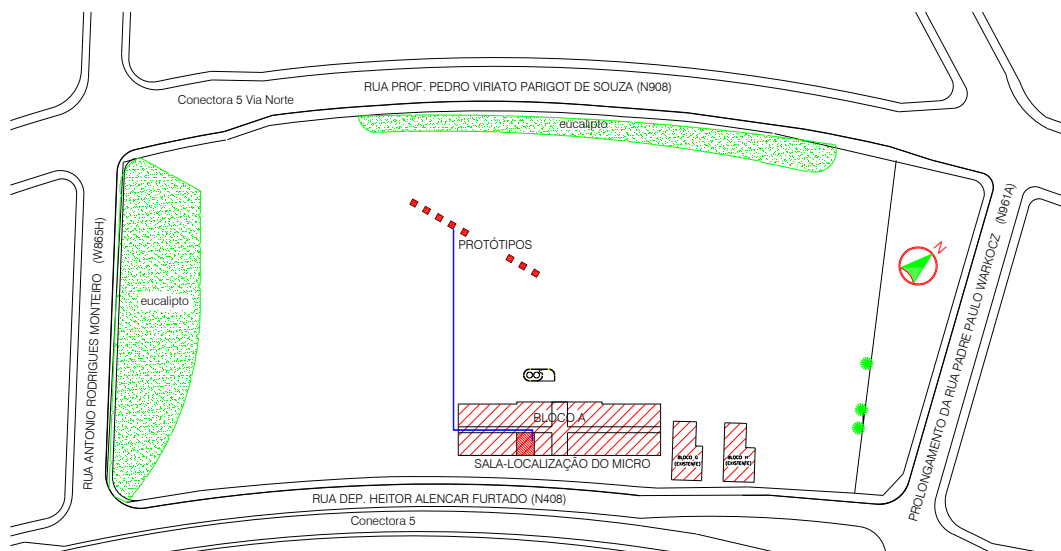


FIGURA 29 – LOCAÇÃO DO CABO TRANSMISSÃO DE DADOS (EM AZUL) DOS PROTÓTIPOS AO MICRO, LOCALIZADO EM UMA SALA DO BLOCO A, NO CAMPUS DA UTFPR – BAIRRO ECOVILLE

FONTE: O AUTOR (2007)

- 12) Construção dos protótipos com painéis Wall, Compensado, Aglomerado e Cimento-Madeira – junho de 2006;
- 13) Primeira medição das temperaturas internas de todos os protótipos – setembro de 2006;
- 14) Pintura das paredes externas dos protótipos com tinta acrílica cor branca – setembro de 2006;
- 15) Calibração dos aparelhos a serem utilizados nas medições, na Estação do INMET – 28 e 29 de outubro de 2006;
- 16) Análise dos dados de temperatura dos protótipos, coletados em setembro (dados descartados) – outubro de 2006;
- 17) Teste do solarímetro (uso de redoma de vidro) – instalado junto à Estação do SIMEPAR/INMET – novembro de 2006;
- 18) Calibração dos HOBOS - 21 e 22 de Março de 2007;
- 19) Medição das temperaturas internas dos protótipos para o período de inverno - 08 a 15 de agosto de 2007;
- 20) Ajustes do aparelho de medição do fluxo de calor (fluxímetro) – dezembro de 2006 a setembro de 2007;

21) Início e término das medições dos fluxos de calor nos painéis utilizados nas vedações das paredes dos protótipos – 01 a 23 de novembro de 2007:

- Painéis de cimento-madeira: 01 de novembro de 2007;
- Painéis OSB: 10 de novembro de 2007;
- Painéis de compensado: 20 de novembro de 2007;
- Painéis de aglomerado: 22 de novembro de 2007;
- Painéis Wall: 23 de novembro de 2007.

22) Análise dos dados coletados e desenvolvimento do embasamento teórico - dezembro de 2007 e janeiro de 2008;

23) Confeção de suporte para instalação de equipamentos para medição do valor do albedo (coeficiente de reflexão do terreno) do entorno aos protótipos – fevereiro de 2008;

24) Nova calibração dos HOBOS – 24 e 25 de fevereiro de 2008;

25) Medição das temperaturas internas dos protótipos no período de verão – 25 de fevereiro a 10 de março de 2008;

26) Instalação do equipamento para levantamento do valor do albedo – de 19 a 26 de março de 2008;

27) Análise dos dados coletados, início da simulação utilizando o software IDA e desenvolvimento da tese – abril 2008;

28) Simulação dos protótipos e da habitação de cunho social - Sistema Castellamare, utilizando software COMFIE – maio 2008;

29) Simulação da habitação de cunho social - Sistema Castellamare, utilizando software COMFIE, para um dia típico de verão – junho 2008;

30) Análise dos dados, conclusões, formatação do trabalho – julho 2008;

31) Revisão, formatação final do trabalho – agosto 2008;

32) Medição de condutividade térmica dos painéis pesquisados – setembro de 2008.

Para a avaliação do comportamento térmico de painéis de madeira para uso

em habitações de interesse social foram testados: painel de partículas de madeira conhecido como OSB (*Oriented strand board*); painel de cimento-madeira; painel de compensado; painel de aglomerado, painéis do tipo Wall (Eternit); os quais foram comparados com um protótipo cuja vedação foi feita com alvenaria de tijolos cerâmicos rebocada dos dois lados.

Os materiais selecionados para serem avaliados serão descritos na próxima seção

4.2.1 DESCRIÇÃO DOS PAINÉIS UTILIZADOS NAS PAREDES DOS PROTÓTIPOS

Foram construídos 5 protótipos utilizando como vedação das paredes painéis de madeira. Cada face de parede do protótipo foi formada por 4 placas moduladas. Isto se fez necessário devido à limitação da prensa para a fabricação das placas de cimento amianto, com no máximo 55,0 cm x 55,0 cm, como veremos mais adiante.

Os protótipos foram construídos, utilizando-se, nas vedações das paredes, os seguintes materiais:

- 1) Três tipos de painéis comumente encontrados no mercado e empregados em construções de pequeno porte ou construções temporárias como barracões de obras: o painel OSB, com espessura média de 16,01mm e densidade específica média 0,60g/cm³; o painel Compensado com espessura média de 14,97mm e densidade específica média 0,59g/cm³; e o painel Aglomerado com espessura média de 15,56mm e densidade específica média 0,68g/cm³;
- 2) Um painel de cimento-madeira com espessura média de 17,13mm e densidade específica média 1,35g/cm³ – fabricado no Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFPR;
- 3) Um painel tipo Wall, com espessura média de 39,91mm e densidade

específica média $0,80\text{g/cm}^3$, doado pela empresa Eternit, também empregado em divisórias internas e vedações de construções, tanto de pequeno como de grande porte;

- 4) Outro protótipo, em alvenaria de tijolos cerâmicos rebocada dos dois lados, com espessura final de $15,00\text{cm}$ - construído anteriormente (KRÜGER *et al.*, 2005), foi utilizado como referência para comparação dos resultados entre o desempenho de vedações de paredes em alvenaria e vedações com painéis de madeira.

A seguir a descrição no preparo das peças para a construção dos protótipos.

4.2.1.1 PAINEL WALL

A composição dos painéis “Wall” usados na confecção das paredes de um dos protótipo é a seguinte (FIGURA 30):

- 1) placas cimentícias de 3 mm de espessura reforçadas com fio sintético aplicadas nas faces externas do painel;
- 2) Internamente a estas placas cimentícias e também em ambas as faces duas folhas de madeira – *pinus* -de 3 mm de espessura e;
- 3) No miolo, com 28 mm de espessura, recheio de madeira – *pinus*, laminado.

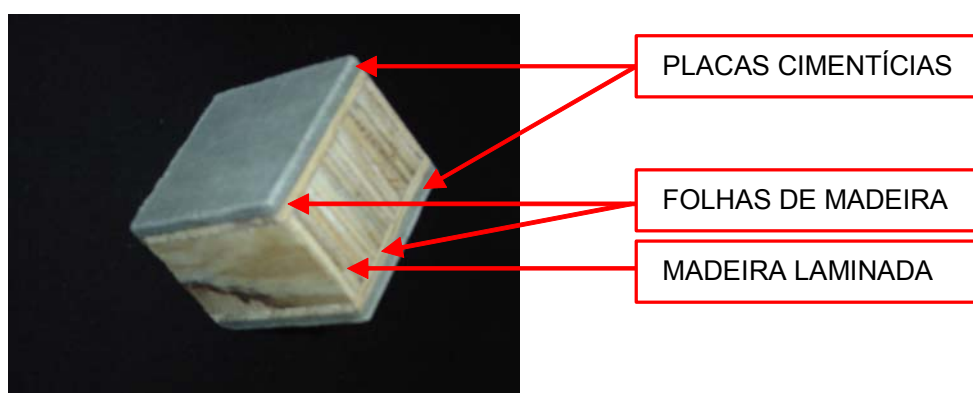


FIGURA 30 – COMPOSIÇÃO DO PAINEL WALL UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO
FONTE: ADAPTADO DE ETERNIT (2008)

De acordo com o fabricante (ETERNIT, 2008) a industrialização do painel

Wall ocorre em altas temperaturas. Segundo informações do catálogo este produto possui propriedades acústicas e térmicas. A empresa Eternit doou, além dos painéis “Wall”, as telhas utilizadas nas coberturas dos protótipos.

O painel, originalmente com dimensões de 1,20 m x 2,10 m e espessura média de 39,91mm, foi serrado na marcenaria da UFPR, para ficar nos mesmos moldes das placas de cimento-madeira. Desta forma, cada face do protótipo foi formada por 4 placas, de 54,0 cm x 54,0 cm, coladas entre si, formando o quadrado de 1,04 m x 1,04 m.

Das sobras do painel original foram retirados os 20 corpos de prova, de 5,0 cm x 5,0 cm, para determinação da espessura média e densidade do material.

4.2.1.2 PAINEL DE AGLOMERADO

A UFPR recebeu da empresa BERNECK a doação dos painéis utilizados para a confecção das paredes do protótipo.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada - ABIMCI (2008, p.4), para fabricação do painel aglomerado, descasca-se e pica-se a tora. As partículas originadas são secadas, classificadas para aplicação do adesivo – uréia-formaldeído. Normalmente, o painel é composto de três camadas, tendo as camadas externas partículas menores, o que irá garantir melhor acabamento ao painel. A camada interna composta por partículas de maior dimensão aumenta a resistência do compósito. As partículas são despejadas sobre a esteira sem qualquer orientação formando o colchão de formação. É feita a pré-prensagem a frio e uma a quente – a alta temperatura (240°C) e pressão, para posterior acondicionamento, esquadrejamento, lixamento, classificação e acabamento. No Brasil é utilizada principalmente a madeira de *pinus* na fabricação do aglomerado.

As Fotos abaixo ilustram algumas fases do processo de fabricação do aglomerado (FOTO 2).



Depósito das
Partículas

Peneiras-
Classificação das
Partículas

Formação do
colchão

Pré-prensagem

Resfriamento dos
painéis

FOTO 2 – FABRICAÇÃO DO AGLOMERADO

FONTE: O AUTOR (2007)

O painel originalmente com dimensões de 1,85 m x 2,20 m e espessura média de 15,56 mm foi serrado na marcenaria da UFPR, para ficar nos mesmos moldes das placas de cimento-madeira. Desta forma, cada face do protótipo foi formada por 4 placas, de 50,75 cm x 50,75 cm, coladas entre si, formando o quadrado de 1,015 m x 1,015 m.

Das sobras do painel original foram retirados os 20 corpos de prova (FOTO 3), de 5,0 cm x 5,0 cm, para determinação da espessura média e densidade do material.



FOTO 3 – CORPO DE PROVA DO PAINEL AGLOMERADO UTILIZADO NAS PAREDES DO
PROTÓTIPO

FONTE: DO AUTOR (2007)

4.2.1.3 PAINEL DE COMPENSADO

A UFPR recebeu da ABIMCI, a doação dos painéis utilizados para a confecção das paredes do protótipo.

O compensado utilizado nas vedações das paredes do protótipo, foi do tipo indicado para uso exterior, de *pinus*, com espessura média de 14,97 mm, formado por sete lâminas de madeira coladas com resina fenólica. O painel compensado é contraplacado, sob alta pressão e alta temperatura, em prensa hidráulica. A aplicação de pressão e calor auxilia na cura do adesivo.

Segundo a ABIMCI (2008, p.4), a fabricação do painel compensado inicia-se com a seleção de árvores na floresta – escolha de acordo com o diâmetro e forma do fuste. As toras retiradas das árvores são descascadas, aquecidas e laminadas. As lâminas são submetidas à secagem para posterior formação do compensado, quando as mesmas são coladas, sobrepostas e prensadas a frio, antes da prensagem a quente. Posteriormente os painéis são acondicionados, esquadrejados, calibrados, lixados, classificados e, por fim, armazenados.

As Fotos abaixo ilustram algumas fases do processo de fabricação do painel compensado (FOTO 4).



Toras selecionadas

Aquecimento das toras

Descascamento das toras

Processo de laminação

Laminas prontas



Seleção das lâminas e união de peças



Lâminas prontas passam por inspeção



Lâminas prontas para receber o adesivo e serem coladas.

FOTO 4 – FABRICAÇÃO DO COMPENSADO
FONTE: O AUTOR (2007)

O painel originalmente com dimensões de 2,20 m x 1,60 m e espessura média de 14,97 mm foi serrado na marcenaria da UFPR, para ficar nos mesmos moldes das placas de cimento-madeira. Desta forma, cada face do protótipo foi formada por 4 placas, de 50,75 cm x 50,75 cm, coladas entre si, formando o quadrado de 1,015 m x 1,015 m.

Das sobras do painel original, foram retirados os 20 corpos de prova (FOTO 5), de 5,0 cm x 5,0 cm, para determinação da espessura média e densidade do material.

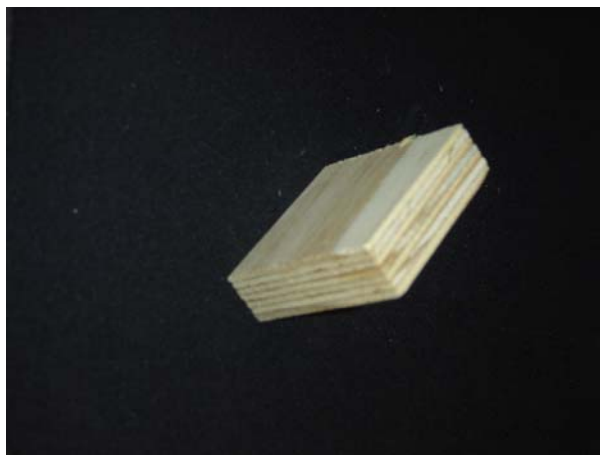


FOTO 5 – CORPO DE PROVA DO PAINEL COMPENSADO UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO
FONTE: DO AUTOR (2007)

4.2.1.4 PAINEL DE CIMENTO-MADEIRA

O protótipo foi construído com painel de cimento-madeira, com espessura média de 17,13 mm, utilizado na vedação das paredes externas. Este painel foi confeccionado no Laboratório de Tecnologia da Madeira, da Universidade Federal do Paraná.

Para a confecção do painel de cimento-madeira foi preciso passar pelas etapas descritas na sequência.

Para a obtenção das partículas, foi serrada a madeira obtida do *Pinus taeda* com auxílio de serra fita e transformada em blocos de 6,0 x 6,0 x 15,0 cm. Esses blocos foram mergulhados em água, por uma semana, para depois serem picados gerando partículas em forma de “flakes” (FOTOS 6 - 7).



FOTO 6 – A MADEIRA SERRADA FOI PICADA (EQUIPAMENTO PERTENCENTE À UFPR)
FONTE: O AUTOR (2007)



FOTO 7 – DETALHE DA MADEIRA PICADA
FONTE: O AUTOR (2007)

As partículas foram imersas em um tanque metálico com água quente por uma hora a 80°C, posteriormente lavadas e deixadas acondicionando ao ar livre, por uma semana, para atingirem o teor de umidade de equilíbrio com o meio ambiente.

Em seguida, as partículas foram colocadas na Estufa para Secagem (Estufa para Secagem e Esterilização – Marca FANEM. Modelo 320 - SE.

As partículas foram então colocadas no moinho de martelo (Equipamento da UFPR), passando por este processo (FOTOS 8, 9 e 10), primeiramente pela peneira de 19,0 mm de diâmetro; depois pela de 12,5 mm; e finalmente pela de 6,0 mm de diâmetro.



FOTO 8 - PENEIRAS



FOTO 9 - AS PENEIRAS SELECIONADAS INSTALADAS NO MOINHO DE MARTELO



FOTO 10 - MOAGEM DAS PARTÍCULAS - PROCESSO REALIZADO TRÊS VEZES

FONTE: O AUTOR (2007)

Após a obtenção das partículas (FOTO 11), seguiu-se a fabricação das chapas. Para isto, foram providenciados os materiais e composição apresentados nas Tabelas 10 e 11:



FOTO 11 PARTÍCULAS MOÍDAS E PENEIRADAS

FONTE: O AUTOR (2007)

TABELA 10 - MATERIAIS UTILIZADOS

Partes	Material
100	Madeira
275	Cimento
12	Água
11	Cloreto de Cálcio (4% peso do cimento)
398 (TOTAL partes/peso)	

FONTE: O AUTOR (2007)

Considerando-se densidade da placa (D_p) 1,20 g/cm³; dimensões da placa¹⁸: 60 x 60 x 1,5 cm; e volume da placa (V): 5400,00 cm³, calculou-se o peso total dos materiais (P) utilizados:

$$D_p = P/V \dots\dots\dots(13)$$

$$P = D_p \times V$$

$$P = 1,20 \times 5400$$

$$P = 6480 \text{ g}$$

TABELA 11 – PROPORÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

Material	Partes	Peso (g)
Madeira	100	1628,14
Cimento	275	4477,39
Água (quantidade no final do processo)	12	195,38
Cloreto de Cálcio	11	179,10
TOTAL	398	6480,00

FONTE: O AUTOR (2007)

Para a mistura, no processo de fabricação, a proporção de água utilizada em relação ao cimento foi de 1: 2,5.

Então:

$$\text{Quantidade de água} = (1/2,5) \times 4477,39$$

$$0,4 \times 4477,39 = 1790,96 \text{ g (quantidade de água para a mistura).}$$

Considerando a fabricação de 4 placas de 60,00 x 60,00 cm, necessárias para a confecção de uma das faces do painel de vedação dos protótipos; a perda de uma placa na fabricação dessas quatro placas e ainda que, o protótipo tem quatro faces para serem vedadas, a mistura dos materiais resultou nas quantidades mostradas na Tabela 12:

¹⁸ A dimensão da placa foi limitada pela prensa o equipamento disponibilizado pela UFPR.

TABELA 12 – QUANTIDADE DOS MATERIAIS UTILIZADOS

Material	Quantidade (g)
Madeira (6512,56 x 6)	39075,36
Cimento (17909,56 x 6)	107457,36
Água (quantidade para mistura) (7163,84 x 6)	42983,04
Cloreto de Cálcio (716,40 x 6)	4298,40
TOTAL - para confecção das 16 placas para vedação dos protótipos (4 placas x 4 faces)	161511,80

FONTE: O AUTOR (2007)

Depois de pesados, os materiais foram colocados em uma betoneira. Primeiramente, foram dispostas as partículas de madeira, depois, com auxílio de um pulverizador e já com a betoneira em funcionamento, foi sendo acrescentada lentamente a água com o cloreto de cálcio diluído. Na seqüência, foram adicionados o cimento e o restante da água. A betoneira ficou em funcionamento até que a mistura ficasse homogênea.

Para a fabricação de cada placa, foram pesados 8075,59 g da mistura.

A mistura foi colocada em uma forma de madeira (quadrado vazado de 55,00 x 55,00 cm) disposta sob uma base formada por uma chapa de aço de 60,00 x 60,00 cm, esta untada com óleo mineral para facilitar a desforma do painel após sua prensagem e grampeamento. Este colchão da mistura, dentro da forma de madeira, foi comprimido por uma chapa de madeira para diminuição da espessura do colchão (FIGURA 31)



FIGURA 31 – CAIXA FORMADORA DO COLCHÃO – FORMA
FONTE: O AUTOR (2007)

A forma de madeira foi então retirada, cuidadosamente. Barras metálicas de seção quadrada de 15,00 x 15,00 mm foram disposta junto ao colchão, de maneira que este mantivesse o tamanho aproximado de 55,00 x 55,00 cm e também para o controle da espessura final. Sobre o colchão de cimento-madeira, foi colocada outra

chapa de aço de 60,00 x 60,00 cm, também untada com óleo. O conjunto foi então transportado cuidadosamente para a prensa (marca SIEMPELKAMP – 40 kg/cm²). Carregada com os colchões e os aparatos para o grampeamento, a prensa foi fechada a uma pressão de 40 kg/cm².

As Figuras 32a–e mostram a sequência do grampeamento:

32a – barras de aço para o grampeamento (7,50 cm x 100,00 cm x 2,50 cm);

32b – chapa de aço (60,00 cm x 60,00 cm x 0,50 cm);

32c – chapa de aço (60,00 cm x 60,00 cm x 0,25 cm);

32d- colchão formado pela mistura de cimento-madeira e as barras de aço limitadoras (1,50 cm x 1,50 cm x 60,00 cm);

32e – idem anterior com as barras junto do colchão de cimento-madeira.

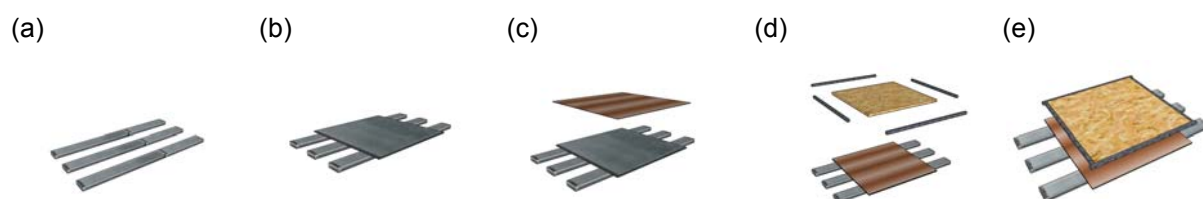


FIGURA 32 – SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 1
FONTE: O AUTOR (2007)

Na sequência mostrada pela Figura 33a-e, nota-se as seguintes etapas:

33a – sobre o colchão de cimento-madeira, outra chapa de aço de (60,00 cm x 60,00 cm x 0,25 cm);

33b – outra chapa de aço de (60,00 cm x 60,00 cm x 0,25 cm);;

33c – Repetem-se os processos: colchão com limitadores e chapa de aço;

33d – Repete-se novo processo: chapa de aço, colchão com limitadores e chapa de aço;

33e – os colchões com as barras limitadoras e as chapas são colocadas uma sobre a outra.

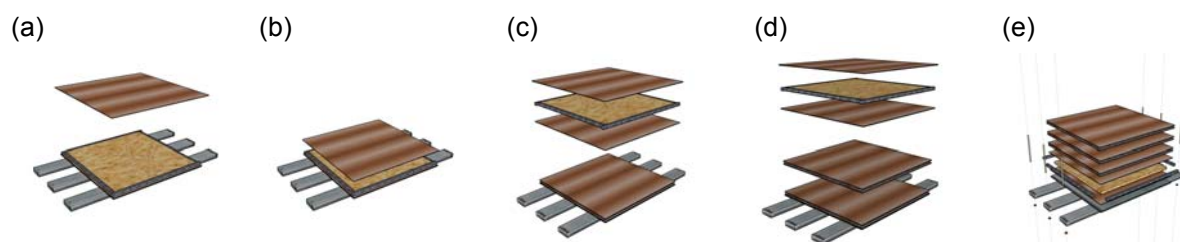


FIGURA 33 - SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 2
FONTE: O AUTOR (2007)

A próxima seqüência de Figuras 34a-e mostra:

34a – após a formação dos conjuntos chapas de aço e colchões com os limitadores, fecha o conjunto outra chapa de aço (60,00 cm x 60,00 cm x 0,50 cm);

34b – sobre os conjuntos de colchões e chapas de aço, são colocadas para o grampeamento as barras de aço;

34c – hastes rosqueadas e porcas prendem os conjuntos;

34d – detalhe do grampeamento;

34e – vista geral da seqüência (à esquerda) e do grampeamento final (à direita).

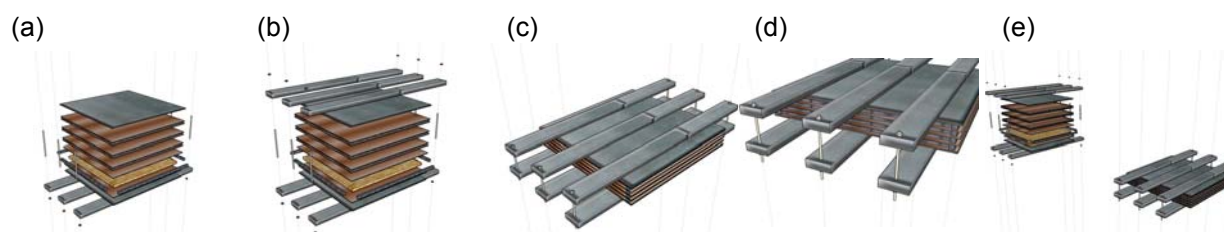


FIGURA 34 - SEQUÊNCIA DO GRAMPEAMENTO 3
FONTE: O AUTOR (2007)

Na Figura 35, abaixo, mostra-se o detalhe da seqüência e grampeamento final.

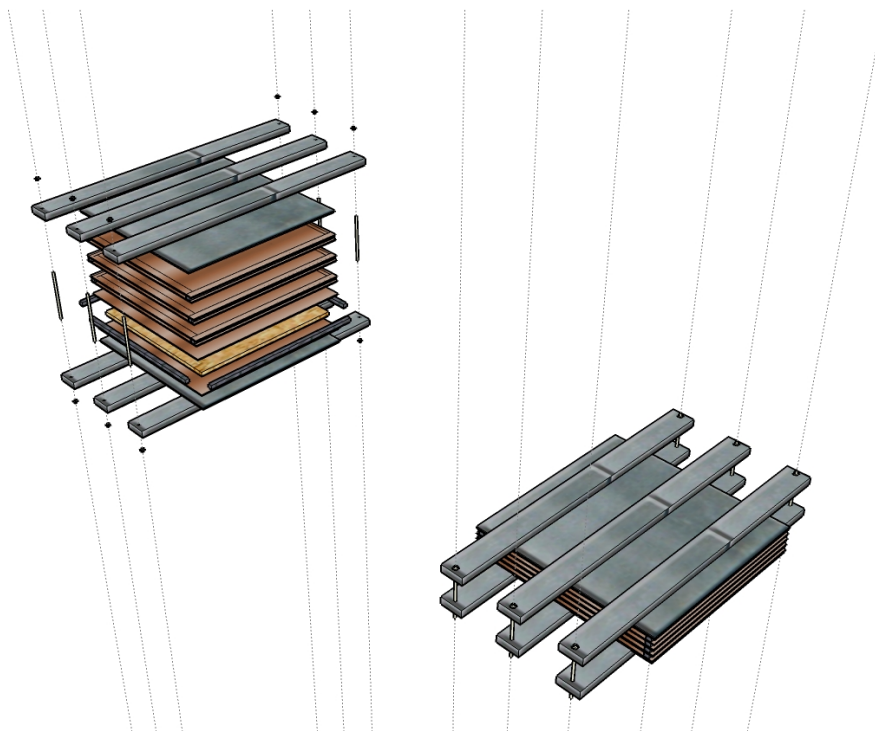


FIGURA 35 - DETALHE DA SEQUÊNCIA E GRAMPEAMENTO FINAL
FONTE: O AUTOR (2007)

Após o grampeamento dos colchões, foi realizada a prensagem. O equipamento utilizado pertence ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFPR. A prensa é da marca Siempelkamp com pressão de serviço de 40 kg/cm² (FOTO 12).



FOTO 12 – EQUIPAMENTO UTILIZADO PARA A PRENSAGEM DAS PLACAS DE CIMENTO-MADEIRA – PRENSA SIMPELKAMP – 40 KG/CM², PERTENCENTE AO LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA DA MADEIRA DA UFPR
FONTE: O AUTOR (2007)

Após atingir a pressão de 40 kg/cm², a prensa foi aberta. As placas, ainda com os grampos, foram então mantida por 24 h sob condições naturais de umidade e temperatura. Após 24 h, os grampos foram retirados. As placas foram mantidas em câmara de climatização para maturação final. Considerando que, do total de massa preparada, para cada placa, uma era perdida; considerando ainda que, na prensa, foram colocadas 4 colchões a cada prensagem; e que houve 6 repetições, foram fabricadas, ao todo, 24 placas. Destas, 3 foram rejeitadas (por terem “estourado” na hora da descompressão), 16 foram aproveitadas para a montagem das placas que comporiam os painéis de vedação do protótipo de cimento-madeira e as demais foram aproveitadas para retirada dos 20 corpos de prova, de 5,0 cm x 5,0 cm (FOTO 13), para determinação da densidade e espessura média do material.

Após o período de maturação, as placas foram enviadas para a marcenaria para os ajustes e enquadramento dentro do tamanho desejado para compor os painéis de vedação dos protótipos.

Devido à limitação da prensa disponível para a fabricação das placas de cimento-madeira, os painéis de vedação dos protótipos tiveram que ser modulados em placas de aproximadamente 50 x 50 cm, mais a metade da espessura das placas, resultando em placas de 50,75 x 50,75 cm, coladas entre si formando o quadrado de 1,015 x 1,015 m. Isto para que ao final da montagem os protótipos ficassem com a área interna de 1,00 x 1,00 m e 1,00 m de altura.



FOTO 13 – CORPO DE PROVA DO PAINEL CIMENTO-MADEIRA UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO
FONTE: DO AUTOR (2007)

4.2.1.5 PAINEL DE OSB

O protótipo foi construído com vedações de paredes em OSB (*Oriented Strand Board*), com espessura média de 16,01 mm.

Os painéis OSB são compostos por finas lascas de madeira de formato retangular, dispostas em camadas, uma perpendicular a outra, formando lâminas para a constituição do painel, coladas umas às outras com adesivo. O painel utilizado nesta pesquisa possui quatro camadas. As camadas externas recebem resina fenólica – MPUF – Melanina fenol uréia formol, e as camadas internas recebem resina poliuretânica – MDI – Metano di-isocianeto. A função da resina, segundo os fabricantes (MASISA, 2008), é garantir que as placas não se descolem com a ação da água. Além das resinas na fabricação do OSB são misturados na sua composição aditivos como a parafina e inseticida anti-cupim.

A UFPR recebeu da empresa MASISA, a doação das chapas utilizadas para a confecção dos painéis de vedação das paredes do protótipo. De acordo com a MASISA, a matéria prima para a fabricação do OSB no Brasil é proveniente, principalmente, do *Pinus elliotti* e *Pinus taeda*.

Segundo a ABIMCI (2008, p.4), para fabricação do painel OSB, da mesma

forma que o aglomerado, a tora é descascada e picada. As tiras são submetidas à secagem, classificação para aplicação dos adesivos e aditivos. Posteriormente, as partículas são despejadas sobre a esteira de maneira orientada - colchão de formação. Na seqüência, é feita a pré-prensagem a frio e a prensagem em alta temperatura e pressão para posterior acondicionamento, esquadreamento, lixamento, classificação e acabamento.

O painel originalmente com dimensões de 1,22 m x 2,44 m e espessura média de 16,01 mm, passou pela marcenaria da UFPR, para ser serrado nos mesmos moldes das placas de cimento-madeira. Desta forma, cada face do protótipo foi formada por 4 placas, de 50,75 cm x 50,75 cm, coladas entre si formando o quadrado de 1,015 m x 1,015 m.

Das sobras do painel original foram retirados os 20 corpos de prova, de 5,0 cm x 5,0 cm (FOTO 14), para determinação da espessura média e densidade do material.



FOTO 14 – CORPO DE PROVA DO PAINEL OSB UTILIZADO NAS PAREDES DO PROTÓTIPO
FONTE: DO AUTOR (2007)

4.3 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA E DENSIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS DE MADEIRA EMPREGADOS NA VEDAÇÃO DAS PAREDES DOS PROTÓTIPOS

Os valores da espessura média e da densidade das chapas foram determinados por medições dos corpos de prova, realizadas dentro dos parâmetros

definidos pela Norma NBR abcde-3 da ABNT. Os testes foram realizados no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, do Curso de Engenharia Florestal, da UFPR. Os corpos de prova foram obtidos, retirando-se de cada tipo de chapa 20 corpos de prova de 5,0 cm x 5,0 cm (FOTO 15).



FOTO 15 – CORPOS DE PROVA 5,0 CM X 5,0 CM RETIRADOS DOS PAINÉIS ORIGINAIS
 FONTE: O AUTOR (2007)

Na preparação dos corpos de prova para os ensaios, os mesmos passaram por um período de estabilização – os corpos de prova foram mantidos em câmara com temperatura ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$) e umidade ($65\% \pm 5\%$), controladas durante, no mínimo, 72 horas antes do ensaio.

A densidade dos materiais foi determinada utilizando-se para isto os seguintes equipamentos:

Paquímetro – Absolute Digimatic, modelo CD-8”C, marca Mitutoyo;

Balança – Modelo AS 5000, carga máxima 5000g, marca Marte;

Micrômetro digital – 0 – 25 mm, resolução 0,001 marca Mitutoyo.

Os corpos de prova foram identificados e marcados, utilizando-se de um gabarito, de acordo com a Figura 36 e Foto 16.

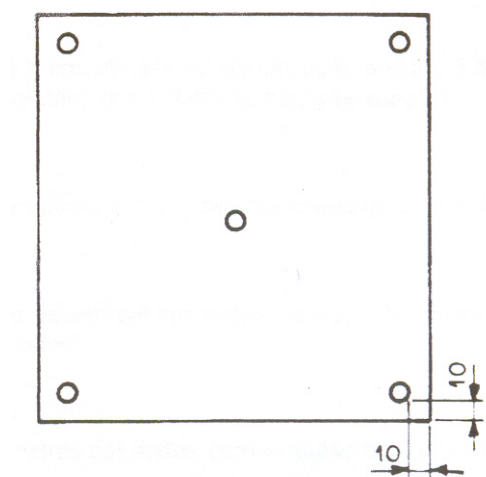


FIGURA 36 – PONTOS DE MEDIÇÃO MARCADAS NOS CORPOS DE PROVA SEGUNDO NORMA ABNT - NBR ABCDE-1 – DIMENSÕES EM MM

FONTE: ABNT - NBR ABCDE-1 (2004, P.4)



FOTO 16 - MARCAÇÃO NOS CORPOS DE PROVA

FONTE: O AUTOR (2007)

Para a determinação da espessura média, foram tomadas as medidas dos cinco pontos, sendo um no centro e os demais como mostrado na Figura 36 e Foto 16. Tendo a espessura média de cada corpo de prova, determinou-se a espessura média do painel avaliado (APÊNDICE C).

Com o auxílio do paquímetro, determinou-se o comprimento (C) e largura (L) de cada amostra.

Em seguida, os corpos de prova foram pesados.

A densidade foi determinada utilizando-se as Equações 14 e 15.

$$D = \frac{M}{V} \times 1000000 \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad (14)$$

$$V = L \times C \times E \quad [\text{mm}^3] \quad (15)$$

Sendo:

D – Densidade do corpo de provas, em quilograma por metro cúbico;

V – Volume do corpo de provas, em milímetros cúbicos;

L – Largura do corpo de provas, em milímetros;

C – Comprimento do corpo de provas, em milímetros;

E – Espessura do corpo de provas, em milímetros.

M – Massa do corpo de provas, em gramas. Foi considerado como massa o peso dos corpos de provas, procedimento previsto na NBR abcde-3 (2004, p. 4).

Repetiu-se o procedimento para todos os 20 corpos de prova de cada painel. Após a obtenção dos valores da densidade de cada corpo de prova determinou-se a densidade média dos painéis avaliados.

4.4 PROPRIEDADES DOS PAINEIS PESQUISADOS

As Tabelas 13 a 17 trazem um resumo de outras propriedades dos painéis pesquisados. Os dados foram fornecidos pelas empresas doadoras dos mesmos, obtidos através de consultas nos catálogos e sites das empresas. No caso do painel de cimento-madeira os dados foram retirados da pesquisa realizada por Latorraca (1996).

TABELA 13 – DADOS DE COMPRESSÃO

	COMPRESSÃO AXIAL (kgf)	COMPRESSÃO (kgf/cm ²)	
		PARALELA	PERPENDICULAR
WALL (Eternit)	5900		
COMPENSADO (Abimci)		207	194
CIMENTO-MADEIRA (LATORRACA, 1996)		45,13	

FONTE: O AUTOR (2007)

TABELA 14 – FLEXÃO

	DESEMPENHO À FLEXÃO (kgf/cm ²)	RESISTÊNCIA À FLEXÃO (kgf/cm ²)				RESISTÊNCIA À FLEXÃO (kgf/cm ²)	
		PARALELA		PERPENDICULAR		LONGITUDINAL	TRANSVERSAL
		MOE (Em)	MOR (fm)	MOE (Em)	MOR (fm)		
WALL (Eternit)	0,05						
AGLOMERADO (Berneck)	130-145						
COMPENSADO (Abimci)		69130	395	33729	295		
OSB (Masisa)						255	143

FONTE: O AUTOR (2007)

TABELA 15 – TRAÇÃO

	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (kgf/cm ²)		RESISTÊNCIA SUPERFICIAL	CARGAS VERTICAIS CONCENTRADA
	PARALELA	PERPENDICULAR		
WALL (Eternit)				até 150 kgf
AGLOMERADO (Berneck)		4,5 - 5,5 kgf/cm ²	12,0 - 14,5 (%)	
COMPENSADO (Abimci)	262	245		

FONTE: O AUTOR (2007)

TABELA 16 – MÓDULO DE ELASTICIDADE (MOE) E DE RUPTURA (MOR)

	MÓDULO DE (kgf/cm ²)	ELASTICIDADE	MÓDULO DE ELASTICIDADE (kgf/cm ²)	MÓDULO DE RUPTURA (kgf/cm ²)
	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL		
OSB (Masisa)	37729	15296		
CIMENTO-MADEIRA (LATORRACA, 1996)			25015	40,06

FONTE: O AUTOR (2007)

TABELA 17 - UMIDADE; ABSORÇÃO DE ÁGUA; INCHAMENTO EM ESPESSURA E LIGAÇÃO INTERNA

	UMIDADE (%)	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%) (AA)	INCHAMENTO EM ESPESSURA (%) - IE		LIGAÇÃO INTERNA (kg/cm ²)
			1h	24hs	
AGLOMERADO (Berneck)	6- 10		6	8	
OSB (Masisa)		25		25	
CIMENTO-MADEIRA (LATORRACA, 1996)		5,86	4,44	5,86	0,66

FONTE: O AUTOR (2007)

4.5 MONTAGEM DOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

O adesivo utilizado para a montagem dos painéis e, posteriormente, para montagem do protótipo, foi o adesivo PURWELD™ 641, gentilmente cedido pela empresa *NATIONAL ADHESIVES – A National Starch & Chemical Business*. Esse adesivo à base de poliuretano, com tempo de cura entre 20 minutos à 1 hora, foi aplicado às superfícies a serem coladas, seguindo as recomendações dos fabricantes, tais como limpeza da área, eliminando a presença de óleo ou graxas. O adesivo se apresenta em bisnagas e pode ser aplicado diretamente nos topos das placas a serem aderidas. As placas a serem coladas foram colocadas sobre uma superfície plana para que o painel, após a colagem, também resultasse plano. Como esta superfície era de madeira, foram colocadas folhas de jornal para que o painel

não aderisse à mesma. As placas foram unidas e aplicou-se pressão, através de grampeamento usando para isto torniquete e ripas de madeira. O grampeamento só foi retirado após a cura total do adesivo.

Coladas as placas 4 a 4 (FIGURA 37), formando os painéis destinados às paredes dos protótipos, estes foram levados para o terreno da UTFPR, no bairro Ecoville.



FIGURA 37 POSTERIORMENTE AS DUAS PARTES COLADAS FORMARAM UM DOS PAINÉIS DE VEDAÇÃO LATERAL DO PROTÓTIPO
FONTE: O AUTOR (2007)

Os protótipos foram então montados e as arestas também receberam adesivo antes de serem unidas (FOTO 19). Até que a cola tivesse seu tempo de cura, para garantir que as peças não iriam se abrir, foram colocados alguns pregos na união dos painéis.

As Figuras de 38 e 39 e as Fotos 18 e 19 mostram a sequência na montagem dos protótipos. A Foto 17 ilustra o protótipo montado com painel de vedação das paredes em OSB. E a Foto 20, quatro, dos cinco protótipos construídos com os painéis de madeira pesquisados.

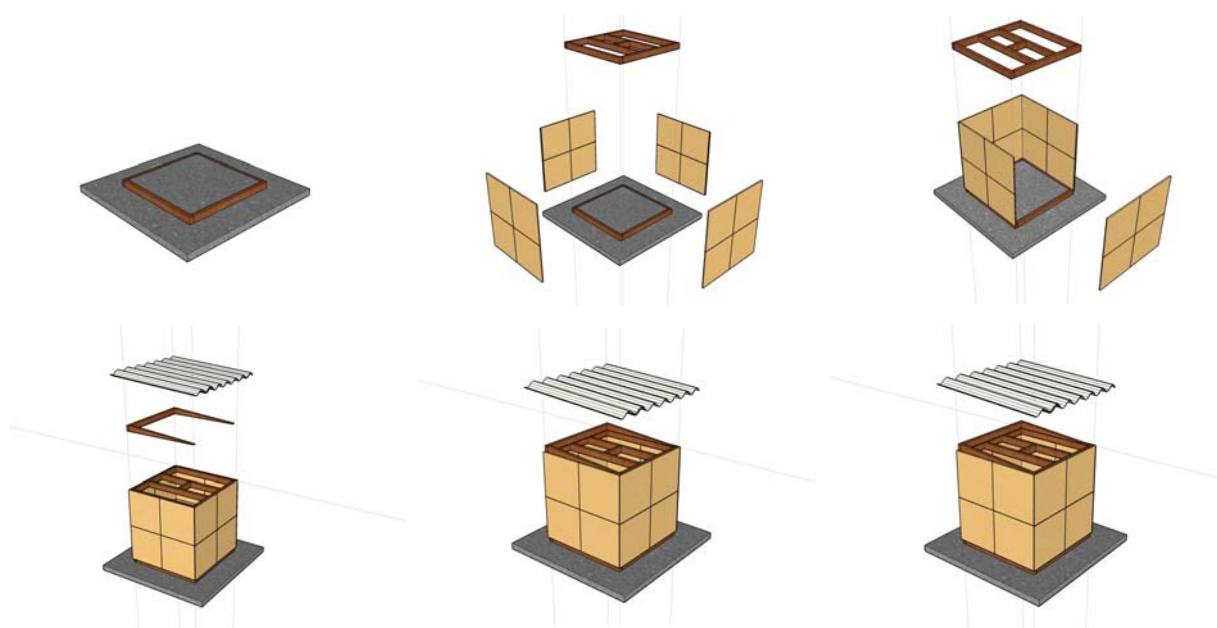


FIGURA 38 – SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DOS PROTÓTIPOS
FONTE: O AUTOR (2007)

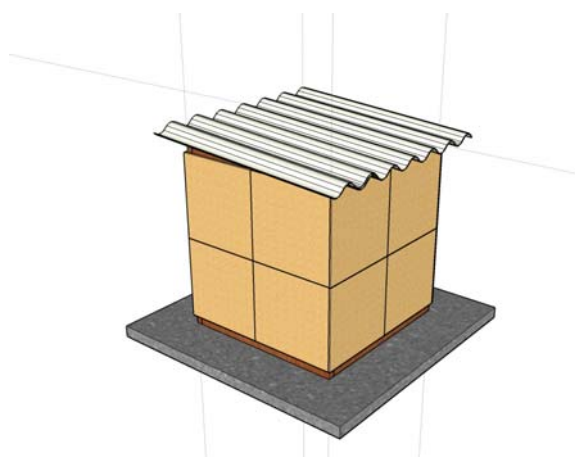


FIGURA 39 – PERSPECTIVA DO
PROTÓTIPO
FONTE: O AUTOR (2007)



FOTO 17 - FOTO DO PROTÓTIPO CONSTRUÍDO



FOTO 18 – CONSTRUÇÃO DA
BASE EM CONCRETO
FONTE: O AUTOR (2007)



FOTO 19 – MONTAGEM DOS PAINÉIS



FOTO 20 – PROTÓTIPOS CONSTRUÍDOS
FONTE: O AUTOR (2007)

Os painéis de madeira utilizados na vedação das paredes dos protótipos foram posteriormente pintados com tinta acrílica branca, marca Suvinil. A pintura branca foi aplicada para uniformizar a coloração dos painéis e proteger o material contra ações do tempo.

Outro protótipo, em alvenaria de tijolos cerâmicos rebocada dos dois lados, com espessura final de 15,00cm - construído anteriormente (KRÜGER *et al.*, 2005), foi utilizado como referência para comparação dos resultados entre o desempenho de vedações de paredes em alvenaria e vedações com painéis de madeira. Externamente, assim como os protótipos em painéis de madeira, o protótipo de alvenaria de tijolos cerâmicos recebeu pintura branca. Os protótipos foram cobertos com telha de fibrocimento, ondulada, com espessura de 6,0 mm. Internamente o protótipo recebeu uma manta isolante, colocada logo abaixo do telhado, como forro, feita de aproveitamento de embalagens tipo Tetra pak.

4.6 DESCRIÇÃO DOS PROTÓTIPOS

Os protótipos foram construídos em terreno pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba, localizado no Bairro Ecoville. Os protótipos foram orientados em função do norte verdadeiro e

implantados com espaçamento de 1,50 m entre si, para evitar a sombra de um sobre o outro (FOTO 21).



FOTO 21 – VISTA AÉREA DOS TERRENOS PERTENCENTES À UTFPR E A LOCALIZAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

FONTE: GOOGLE EARTH. PONTEIRO: 25°26'37,72" S - 49°21'11,30" O.

ALTITUDE DO PONTO DE VISÃO: 1596 PÉS IMAGE – 2007 DIGITAL GLOBE. EUROPA TECHNOLOGIES

Os protótipos, com volume interno de 1m × 1m × 1m (FIGURAS 40 a 42), utilizam os painéis supracitados como paredes. Assim como as paredes, a cobertura, de fibrocimento, tipo ondulada com 6 mm de espessura, isolada com manta feita com o reaproveitamento de embalagens de leite Tetra Pak (FOTO 18), foram pintadas externamente de branco. O uso da manta teve como objetivo minimizar a influência da cobertura no desempenho térmico dos protótipos

(KRÜGER *et al.*, 2005; JAHNKE, 2006). Para a confecção da manta, as embalagens foram abertas, lavadas, retiradas as partes correspondentes às bases superior e inferior da caixa e, posteriormente, costuradas para formar a manta. As mantas foram fixadas ao protótipo com molduras de madeira, com a face aluminizada voltada para baixo (FOTO 22).



FOTO 22 – USO DA MANTA FEITA COM REAPROVEITAMENTO DE EMBALAGENS DO TIPO TETRAPAK
 FONTE: O AUTOR (2007)

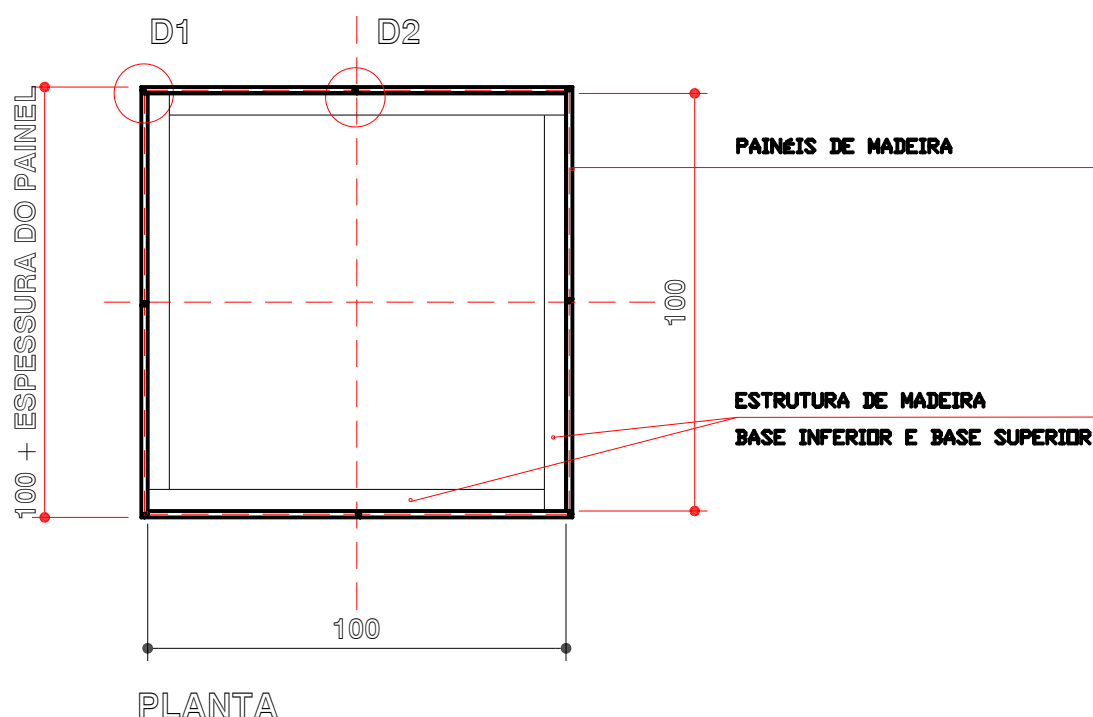


FIGURA 40 – PLANTA DOS PROTÓTIPOS
 FONTE: O AUTOR (2007)

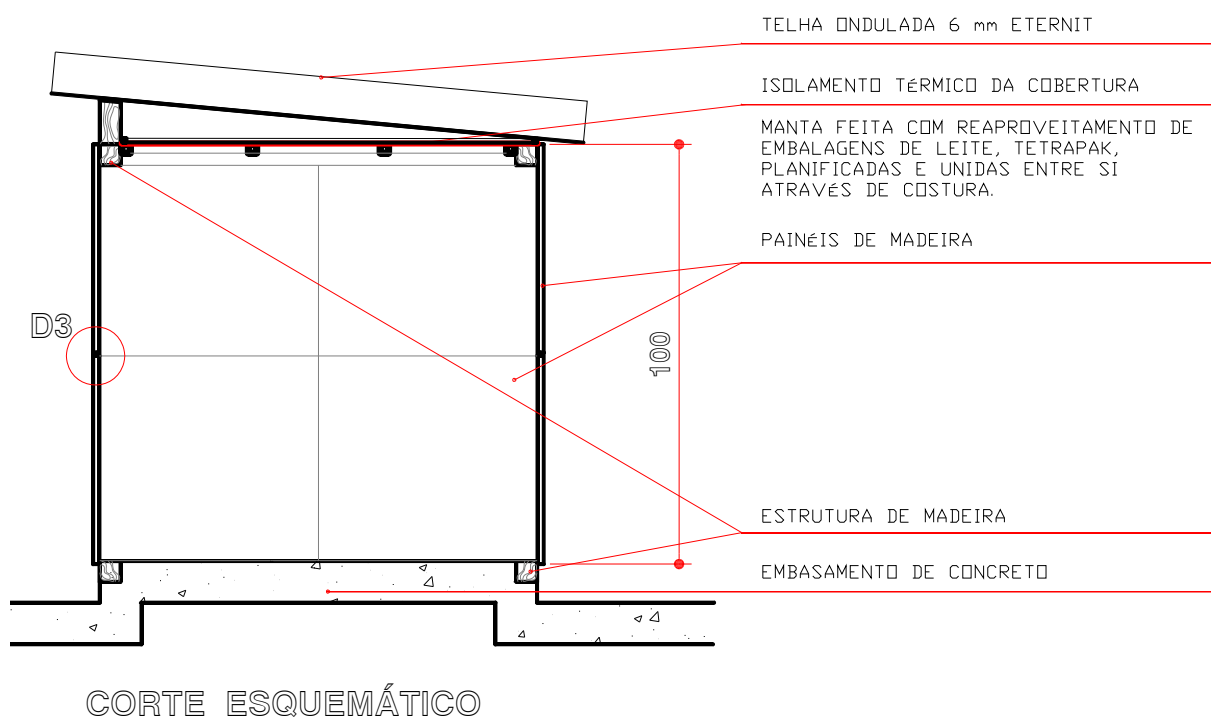


FIGURA 41 – CORTE DOS PROTÓTIPOS
FONTE: O AUTOR (2007)

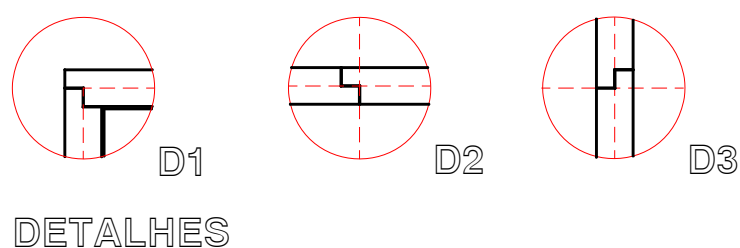


FIGURA 42 – DETALHES ENCAIXES DOS PAINEIS
FONTE: O AUTOR (2007)

Primeiramente foram construídas as bases de concreto. O piso do protótipo ficou 7,0 cm acima da base externa que contorna a área do protótipo com largura de 30,0 cm. Uma ripa de madeira foi colocada em todo perímetro da laje de piso do protótipo para que fosse possível pregar os painéis de vedação à base.

Os painéis de vedação foram pregados à base sem que os mesmos tivessem contato direto com o piso ao redor, evitando desta forma o contato com a umidade do piso externo (FOTO 23).



FOTO 23 – DETALHE DO ESPAÇAMENTO DOS PAINEIS EM RELAÇÃO AO PISO
FONTE: O AUTOR (2007)

A Foto 24 dá uma visão geral da implantação dos protótipos no terreno. Os protótipos com painéis de madeira analisados são os da esquerda. Sendo, da esquerda para direita: Wall, Aglomerado, Compensado, Cimento-Madeira e OSB. O protótipo assinalado a direita é o de alvenaria de tijolos cerâmicos.



FOTO 24 - FOTO AÉREA COM A VISÃO GERAL DOS PROTÓTIPOS
FONTE: O AUTOR (2007)

Os protótipos foram construídos sem qualquer abertura para que tivessem a menor influência possível da ventilação.

4.7 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA A MEDIÇÃO

4.7.1 SENSORES ARMAZENADORES DE TEMPERATURA E UMIDADE “HOBO”

Foram utilizados para medição das temperaturas, os equipamentos HOBOS[®] *Data Logger* da *Onset Computer Corporation*, que são armazenadores de temperatura (bulbo seco) e umidade relativa. Esses aparelhos, modelo H08-003-02 (FOTO 25), têm capacidade para 7944 leituras, com intervalos de 0,5 segundos até 9 horas, hora e data de início programáveis, faixa de operação de -20°C à +70°C de temperatura e de 0 a 95% de umidade relativa. O *software* utilizado para a leitura dos registros foi o *kit* de programação *BoxCar Pro 4.3*.



FOTO 25 - APARELHO DE MEDIÇÃO UTILIZADO TIPO HOBO, MODELO H08-003-02
FONTE: O AUTOR (2007)

Para a presente pesquisa, os HOBOS foram programados para medir as temperaturas do ar no interior de cada protótipo a cada 5 minutos. Os HOBOS foram colocados (pendurados por fio de nylon) internamente aos protótipos na região central, sendo protegidos por alumínio e por um copo plástico pendurado de ponta cabeça (FOTO 26), evitando-se assim que possíveis infiltrações não viessem a atingir o sensor.



FOTO 26 – COLOCAÇÃO DOS HOBOS NO INTERIOR DOS PROTÓTIPOS
FONTE: O AUTOR (2007)

Os HOBOS monitoraram a temperatura dos protótipos durante no mínimo 6 dias, quando então foram retirados e os dados armazenados foram transferidos para o computador através do programa Box Car Pro 4.3.

Para a medição da temperatura externa, o HOBO também foi protegido por alumínio e copo plástico, sendo fixado no interior de um tubo de PVC, com 15,0 cm de diâmetro e 40,0 cm de comprimento, pintado externamente de branco (FOTO 27).



FOTO 27 – DETALHE DO ABRIGO PARA MONITORAMENTO DA TEMPERATURA EXTERNA
FONTE: O AUTOR (2007)

Após as medições os dados são transferidos para o micro por meio do software Box Car Pro 4.3 (FIGURA 43).

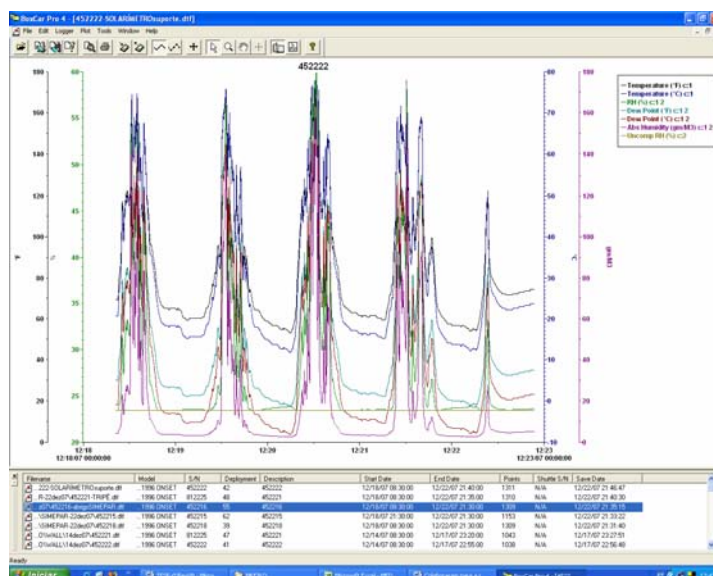


FIGURA 43 – APRESENTAÇÃO DO BOX CAR PRO 4.3 CONFIGURAÇÃO EM TELA DOS DADOS MONITORADOS

FONTE: O AUTOR (2007)

Os dados obtidos pelo software Box Car Pro 4.3 podem ser exportados para o Excel e trabalhados para obtenção dos gráficos e demais resultados.

As temperaturas obtidas nos monitoramentos com os *dataloggers* foram calibradas após coleta dos dados. Para a calibração, os sensores de temperatura dos armazenadores HOBO foram retirados das caixas protetoras e colocados lado a lado para garantir igualdade de condições (FOTO 28). Os aparelhos permaneceram, durante o período de calibração, em local isolado de interferências externas e sem incidência de radiação solar direta. Com os dados obtidos, calcularam-se as médias das temperaturas e o desvio padrão do período monitorado; estes foram comparados entre si; tomou-se por referência um dos aparelhos, com desvio padrão mais baixo; calculou-se os fatores de correção - diferença entre as temperaturas dos demais HOBOS com relação ao HOBO de referência. Os valores destas diferenças foram, então, aplicados aos dados monitorados.

TABELA 18 – DESVIO DE CADA SENSOR (HOBO) E SENSOR DE REFERÊNCIA

HOBO	452213	452215	452216	452218	452220	452221	452222
MÉDIA TEMPERATURA	25,59	25,63	25,56	25,77	25,46	14,89	25,57
DESVIO PADRÃO	1,54	1,52	1,51	1,44	1,46	1,47	1,51
	REFERÊNCIA						
Tmédia - Tmédia referência	0,00	0,05	-0,03	0,18	-0,13	-10,69	-0,02

FONTE: O AUTOR (2007)

Os Gráficos 4 e 5 mostram os dados antes e após calibração dos HOBOS.

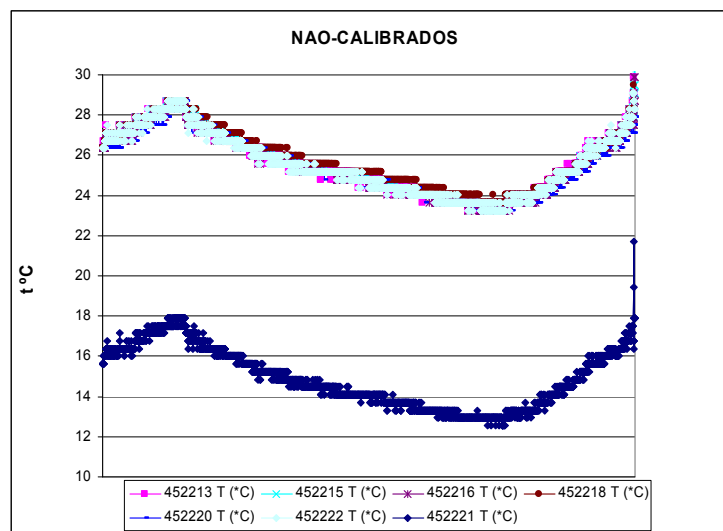


GRÁFICO 4 – COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS ANTES DA CALIBRAÇÃO
 FONTE: O AUTOR

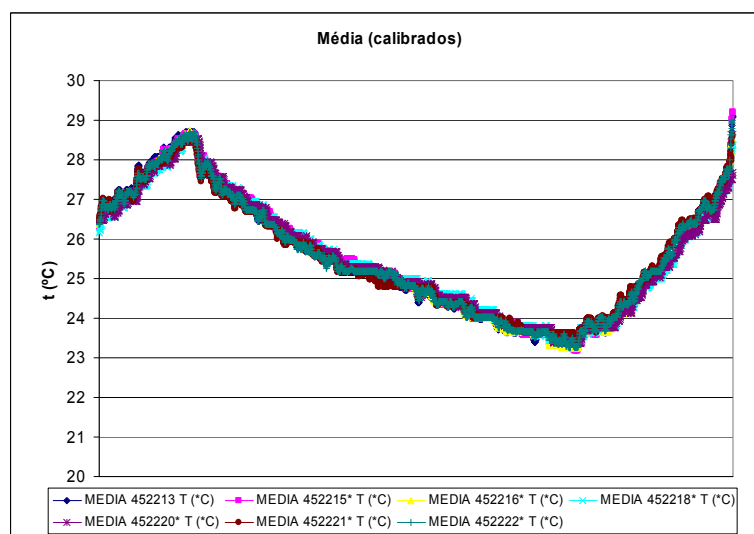


GRÁFICO 5 – COMPARAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS APÓS CALIBRAÇÃO
 FONTE: O AUTOR



FOTO 28 – OS APARELHOS DE MEDIÇÃO – DATALOGGERS, FORAM DEIXADOS SOB CONDIÇÕES TÉRMICAS ESTÁVEIS (SEM VENTILAÇÃO, SEM GANHO SOLAR, AMBIENTE SEM VENTILAÇÃO OU CARGA TÉRMICA PARA CALIBRAÇÃO DOS DADOS.

FONTE: O AUTOR (2007)

4.7.2 TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR

Na determinação das taxas de transferência de calor, para cada tipo de painel utilizado nos protótipos, foi utilizado o transdutor de fluxo de calor a gradiente tangencial, construído no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Físicas de Materiais – LMPT, da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Os transdutores de fluxo de calor geram um sinal elétrico proporcional ao fluxo térmico. Os transdutores são constituídos por placas planas de espessura reduzida (FOTO 29; FIGURA 44), colocadas junto à superfície onde se deseja efetuar a medida do fluxo de calor transferido.



FOTO 29 – TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR A GRADIENTE TANGENCIAL

FONTE: GÜTHS (2007) – LMPT/UFSC

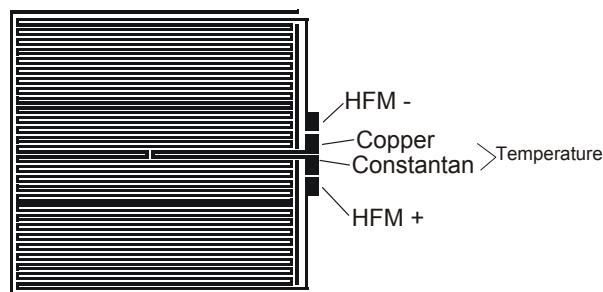


FIGURA 44 – ESQUEMA DE LIGAÇÃO DO TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR A GRADIENTE TANGENCIAL

De acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR 15220-5, “a parte ativa do fluxímetro é constituída de um sensor que produz um sinal (em geral f.e.m.- sinal fornecido pelo fluxímetro) proporcional à densidade de fluxo de calor que o atravessa” (NBR 15220-5, 2005, p. 5).

Além do transdutor de fluxo de calor, foram adquiridos outros equipamentos, conforme o Quadro 6.

Quantidade	Descrição	Característica
02	Transdutores de Fluxo de Calor	Área de medição 10 x 10 cm, espessura inferior a 300 microns, sensibilidade superior a 40 microV/W/m ² , com termopar integrado na região central
01	Sistema de Aquisição de Sinais	Sistema de aquisição de sinais analógicos, 08 canais diferenciais, resolução 5 microvolts, incerteza menor que 10 microvolts, tempo de chaveamento menor que 200 ms, com software de visualização para ambiente Windows (AQUIS).
02	Sensores de temperatura superficial – termopar	Sensores de temperatura superficial, faixa de medição de 0 a 100 °C, incerteza inferior a 0.2 °C.
02	Sensores de temperatura do ar – termopar	Sensores de temperatura do ar, com barreira radiante, faixa de medição de 0 a 100 °C, incerteza inferior a 0.2 °C.

QUADRO 6 – EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIR O FLUXO DE CALOR
FONTE: O AUTOR (2007)

Realizaram-se as medições do fluxo térmico através das vedações dos protótipos em painéis de madeira, durante o mês novembro de 2007. As medições foram realizadas sendo reservado um dia de medição por protótipo, devido às limitações no número de equipamento disponível (somente um aparelho de medição).

As medições foram realizadas em dias diferentes, procurando-se escolher dias de céu claro:

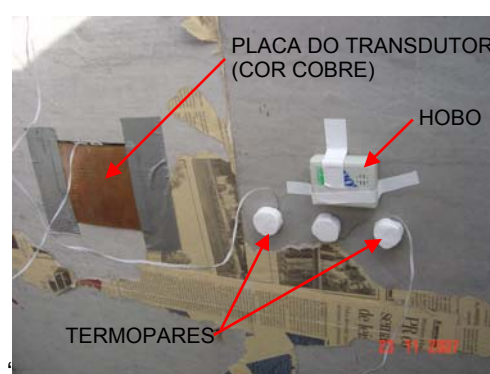
- 1) Painéis de cimento-madeira: 01 de novembro de 2007;
- 2) Painéis OSB: 10 de novembro de 2007;
- 3) Painéis de compensado: 21 de novembro de 2007;
- 4) Painéis de aglomerado: 22 de novembro de 2007;
- 5) Painéis Wall: 23 de novembro de 2007.

Os sensores de fluxo de calor foram fixados com fita adesiva na região central da parede de vedação, com orientação norte (FOTOS 30 e 31). O sensor

externo recebeu pintura igual à pintura externa do protótipo (tinta acrílica branca) e fita adesiva na cor branca (FOTO 29A). O sensor interno foi mantido na sua cor natural, cobre (FOTO 29B). Simultaneamente, foram realizadas medições das temperaturas superficiais com termopares fixados aos painéis por sob uma placa de isopor ($\varnothing = 2,00$ cm), com cola de silicone. Estas precauções foram tomadas para que a temperatura registrada sofresse a menor influência da temperatura ambiente e registrasse somente a temperatura superficial dos materiais de vedação.



A – FIXAÇÃO EXTERNA AO PROTÓTIPO



B – FIXAÇÃO INTERNA AO PROTÓTIPO

FOTO 30 – COLOCAÇÃO DA PLACA DO TRANSDUTOR NA PAREDE DO PROTÓTIPO
FONTE: O AUTOR (2007)



A - Painéis WALL



B – Painéis Aglomerado



C – Painéis Compensado



D – Painéis Cimento-Madeira



E - Painéis OSB

FOTO 31 - PROTÓTIPOS COM VEDAÇÕES DE PAREDES EM PAINÉIS DE MADEIRA
FONTE: O AUTOR (2007)

Os sensores são acoplados a uma unidade de condicionamento e aquisição de dados (Sistema Aquis), controlada por um microcomputador através da porta serial. Todos os sensores são lidos a cada 2 segundos e, a cada 5 minutos, os valores médios são armazenados no disco rígido.

As Figuras 45 e 46 (APÊNDICE D), mostram algumas telas do sistema de aquisição.

As características do gráfico podem ser alteradas através do próprio programa. Os dados podem ser posteriormente visualizados e trabalhados em ambiente Excel através do software CLIMUS Visual (FIGURAS 47 e 48 do APÊNDICE D).

Além das medições dos fluxos de calor de cada material de vedação empregado nas paredes dos protótipos, com a utilização do transdutor de fluxo de calor determinou-se também:

- 1) As temperaturas internas e externas de cada painel, obtidas pelos termopares e também pelos HOB0 para avaliação da troca de calor por convecção e radiação;
- 2) A radiação global na parede (celeste, solar e refletida do solo) e a radiação global horizontal obtidas com o uso de um solarímetro – explicado mais adiante, fixado na parede do protótipo; enquanto outro solarímetro foi colocado horizontalmente sobre um tripé;
- 3) As temperaturas interna e externa a cada protótipo, conforme procedimento mostrado em 4.6.1.

Os dados monitorados pelos foram calibrados – conforme visto em 3.4.1 e, posteriormente, calculou-se a diferença de temperatura ($\Delta T_{\text{superficial}}$) e as diferenças entre o fluxo externo e fluxo interno (ΔFluxo).

Dividindo-se a diferença de temperatura ($\Delta T_{\text{superficial}}$) pela diferença de fluxo de calor (ΔFluxo), obteve-se o valor da resistência térmica (R) em $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ (Equação 16).

$$R = \frac{\Delta T_{\text{superficial}}}{\Delta \text{Fluxo}} \quad (16)$$

Com os valores das espessuras (E) (TABELA 19) de cada painel utilizado nos protótipos, e com os valores das resistências (R) pode-se determinar o valor da condutividade térmica (λ). Os valores estão descritos no capítulo dos Resultados.

TABELA 19 – VALORES DE ESPESSURA E DENSIDADE DOS PAINÉIS DE MADEIRA

CORPO DE PROVA	Espessura média (mm) - E	Densidade Média (g/cm ³) - D
Wall	39,91	0,80
Aglomerado	15,56	0,68
Compensado	14,97	0,59
Cimento-madeira	17,13	1,35
OSB	16,01	0,60

FONTE: O AUTOR (2007)

O valor da condutividade térmica (λ) foi determinado dividindo-se o valor da espessura média (E) dos painéis pelo valor da resistência térmica (R), (Equação 17).

$$\lambda = \frac{E}{R} \quad [\text{W} / (\text{m} \text{ } ^\circ\text{C})] \quad (17)$$

De forma a padronizar os períodos de medição a serem considerados nos cálculos, os dados utilizados compreenderam o período das 9 às 14 horas.

4.7.3 SOLARÍMETRO

Confeccionou-se um equipamento denominado “solarímetro” com a finalidade de estimar a radiação global (celeste, solar e refletida do solo).

Para confecção do solarímetro, inicialmente utilizou-se de uma redoma de vidro com 4,00 cm de diâmetro onde internamente ficou instalado o sensor de

temperatura do armazenador HOBO (FOTO 32). A redoma de vidro foi colada sobre uma base metálica pintada de preto fosco. Dentro da redoma e colado na superfície da base metálica ficou o sensor registrador de temperaturas do HOBO. As demais partes componentes do HOBO (placa do circuito, e caixa protetora) foram fixadas abaixo da base metálica. A base metálica ficou isolada do contato direto com o HOBO através de um conjunto formado de placa compensada com espessura de 5 mm, isopor com espessura de 3mm e outra de compensada com espessura de 5 mm.



FOTO 32 – SOLARÍMETRO CONFECCIONADO COM GLOBO DE VIDRO
FONTE: O AUTOR (2007)

Esse modelo de solarímetro foi descartado por ter apresentado problemas com relação à vedação, tendo danificado o HOBO, e também pelo fato dos dados coletados não terem apresentado correspondência com os dados de radiação obtidos pela estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Partiu-se então para o modelo de solarímetro confeccionado com base nas pesquisas realizadas por Cheng (2004) e Cheng, Ng e Givoni (2005).

Esse modelo de solarímetro é constituído por:

- 1) Uma caixa de acrílico com medidas internas de 10,00 cm x 10,00 cm de base e 14,00 cm de altura. A espessura da chapa de acrílico é de 6 mm;
- 2) Placa de aço de 10,0 cm x 10,0 cm e espessura de 3 mm, com haste

rosqueada de comprimento igual a 6,00 cm. A placa de aço foi pintada com esmalte sintético preto fosco, para absorção máxima da radiação solar incidente. Como essa chapa se encontra posicionada para receber radiação diretamente, transmite praticamente todo ganho solar para o sensor de temperaturas do armazenador HOBO, acoplado logo abaixo, entre a placa de aço e o isopor. A haste rosqueada permite fixar a placa de aço ao isopor, à base de acrílico e ao protótipo ou ao tripé, usando-se para isto uma porca/borboleta;

- 3) Chapa de isopor de 10,0 cm x 10,0 cm x 3,0 cm, utilizada como isolamento entre a chapa de aço e a base do solarímetro. Na chapa de isopor foi feita uma cavidade para encaixar o circuito impresso do HOBO e também um furo para passagem da haste rosqueada (FOTOS 32 e 33);
- 4) Base inferior em acrílico leitoso, cor branca, com 10,6 cm x 10,6 cm e 0,6 cm de espessura. Essa chapa também foi furada para passagem da haste rosqueada (FOTOS 33 a 35).

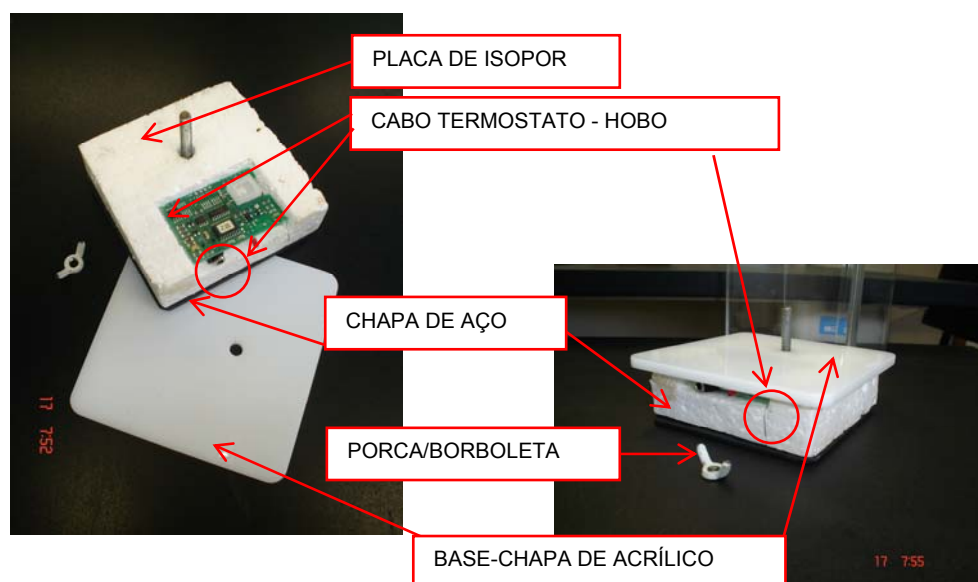


FOTO 33 - PLACA DE ISOPOR COM O HOBO
FOTO 34 - BASE DE ACRÍLICO LEITOSO
FONTE: O AUTOR (2007)

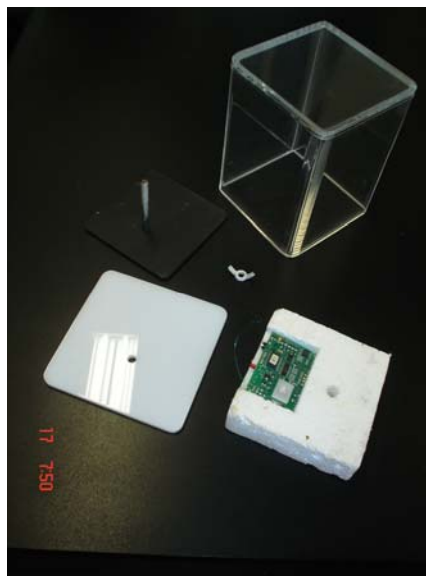


FOTO 35 – PARTES DO SOLARÍMETRO
FONTE: O AUTOR (2007)

O cabo do termopar foi fixado entre a placa metálica e a chapa de isopor, O cabo do termopar foi fixado entre a placa metálica e a chapa de isopor, região central, ficando isolado pelo isopor, de maneira que pudesse captar a temperatura da chapa metálica sem influência de fatores externos (FOTO 36).



FOTO 36 – SOLARÍMETRO
FONTE: O AUTOR (2007)

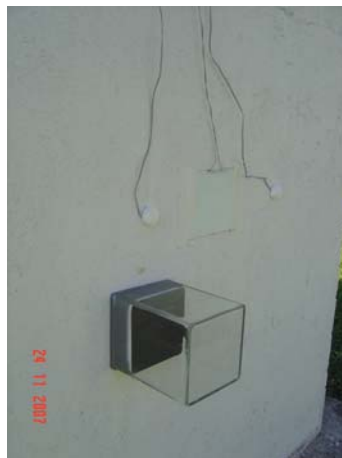
Para vedar o conjunto caixa acrílica x base, foi utilizada externamente, fita adesiva telada.

Os elementos da base (chapa de aço, isopor, chapa acrílica) foram unidos por meio da haste metálica rosqueada. Esta haste, de comprimento maior que a

soma das alturas dos elementos da base, serviu para fixar o solarímetro aos protótipos ou ao tripé (FOTOS 37A-C) utilizando-se porca/borboleta.



A – Peças montadas



B - No protótipo



C – No Tripé

FOTO 37 - SOLARÍMETRO
FONTE: O AUTOR (2007)

Para a aferição do solarímetro foram realizadas medições junto à Estação do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, em Curitiba, localizado no Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Os dados obtidos com o solarímetro foram comparados aos dados obtidos pela estação automática do INMET. As Fotos 38 e 39 mostram o conjunto dos equipamentos instalados - suporte com o solarímetro, dois tubos de PVC para proteção dos HOBOS e abrigo de madeira para medição da temperatura externa.



FOTO 38 – CONJUNTO INSTALADO NA
ESTAÇÃO INMET, NO CENTRO
POLITÉCNICO
FONTE: O AUTOR (2007)



FOTO 39 – DETALHE DO SOLARÍMETRO

As medições obtidas através dos HOBOS instalados nos solarímetros (em °C) foram transformadas em radiação térmica através de Equação 18 (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977):

$$T_s = T_0 + \frac{I \times \alpha}{f_0} \quad (18)$$

Sendo:

T_s – Temperatura da superfície, em °C;

T_0 – Temperatura do ar, em °C;

I – Intensidade da radiação solar, em W/m²;

α - absorvância da superfície; e

f_0 – condutância superficial externa, em W/m² °C.

De acordo com os autores, a equação anterior é equivalente à temperatura de ganho de radiação, ou ganhos de calor solar (Equação 19).

$$T_s - T_0 = \frac{I \times \alpha}{f_0} \quad (19)$$

A intensidade de radiação pode ser determinada pela Equação 20.

$$I = \frac{(T_s - T_0) \times f_0}{\alpha} \quad (20)$$

A superfície da placa de aço, do solarímetro, foi pintada de preto fosco para maior absorção da radiação solar, considerou-se o valor da absorptância da superfície (α) igual a 0,97 (ABNT NBR 15220-2:2005, p.12).

Para a condutância superficial externa (f_0), considera-se $f_0 = 20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (KOENIGSBERGER *et al.*, 1977, p. 90).

Nas comparações com o piranômetro do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (FOTO 42), obteve-se $f_0 = 22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ para o mês de março de 2007 (de 23 a 30 de março de 2007).

Os Gráficos 6 e 7 mostram a comparação e a correspondência entre os dados de radiação estimados pelo solarímetro e os dados de radiação medidos pelo piranômetro do INMET. Nota-se uma grande correlação entre os dados, obteve-se coeficiente de determinação igual a 0,93.

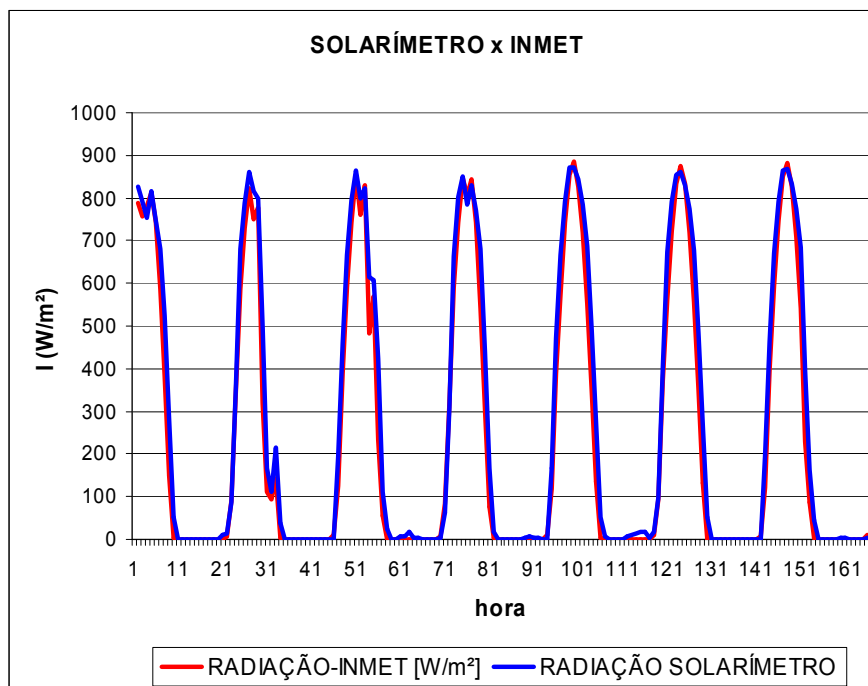


GRÁFICO 6 – COMPARACAO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO MEDIDOS PELO SOLARÍMETRO E DADOS OBTIDOS NO INMET

FONTE: DO AUTOR (2008)

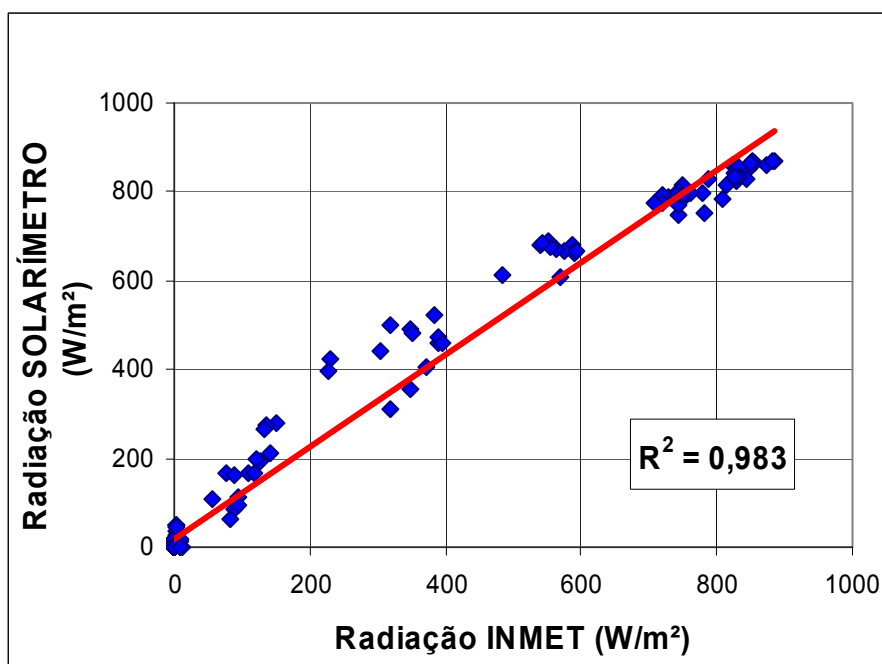


GRÁFICO 7 – CORRELAÇÃO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO MEDIDOS PELO SOLARÍMETRO E DADOS DE RADIAÇÃO OBTIDOS NO INMET

FONTE: DO AUTOR (2008)

4.8 SOFTWARES UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES

Seguindo as recomendações das Normas ASHRAE, foram utilizados dois *softwares* para avaliação do comportamento térmico dos painéis de madeira para uso em habitações de interesse social: o *Indoor Climate and Energy* - IDA e o *Calcul d'Ouvrages Multizones Fixe à une Interface Experte* - COMFIE.

4.8.1 SOFTWARE IDA

Em um primeiro momento, o *software* IDA - *Indoor Climate and Energy* (ICE), versão 3.0 *Build 9*, foi utilizado para a simulação dos protótipos. O programa IDA é um programa para o estudo de climas internos de zonas individuais dentro de um edifício, como também consumo de energia para o edifício inteiro. Em circunstância normal, o sistema a ser simulado consiste em um edifício com uma ou mais zonas e um sistema primário e um ou mais sistemas de condicionamento térmico. O IDA permite que sejam considerados também o sombreamento de outros edifícios vizinhos, o ar interno, as condições de vento, temperatura e correntes de ar. O programa leva em consideração componentes e outros parâmetros construtivos da edificação, os quais podem ser selecionados através do acesso ao banco de dados do próprio programa ou definidos pelo usuário.

A simulação com o *software* IDA não se mostrou viável, não tendo-se conseguido obter o ajuste dos dados do modelo criado com os dados da medição *in loco*.

4.8.2 SOFTWARE COMFIE

O *software* COMFIE - *Calcul d'Ouvrages Multizones Fixe à une Interface Experte*, é uma ferramenta simplificada de simulação para o projeto bioclimático ou solar de edificações. Este *software* permite realizar análise térmica de um projeto e facilita a comparação de vários projetos, que se preocupam com a concepção geral

do edifício ou para a escolha de um componente específico, como foi o caso da avaliação de materiais utilizados nos painéis de vedação.

O COMFIE trabalha com arquivo climático que pode ser de dois tipos: *short reference year* (SRY), com 8 semanas (2 por estação) e *test reference year* (TRY), para todas as horas do ano. Para simulações de períodos específicos, estações, por exemplo, recomenda-se o uso dos SRY, permitindo-se assim menor uso da memória do processador. Como o monitoramento *in loco* compreendeu um período relativamente curto, de apenas 8 ou 15 dias, optou-se pela montagem de um ano mais curto (SRY) para o ano climático de referência de Curitiba e para o conjunto de dados climáticos relativos aos períodos de monitoramento.

A partir dos dados climáticos compilados por Goulart *et al.* (1998), usados para a criação do TRY de Curitiba, e de dados reais obtidos no local, foi feita então a adaptação para o formato do COMFIE.

As semanas consideradas para a montagem do SRY foram escolhidas em função dos períodos de análise que, por sua vez, foram definidos pelo período de monitoramento no ambiente em estudo. O arquivo climático montado para a simulação dos protótipos e da primeira simulação da Habitação de cunho Social - Sistema Castellamare, recebeu a denominação de EC1. Para a simulação, no software COMFIE, do Sistema Castellamare, foi montado outro arquivo climático com dados relativos a um dia típico de verão. A descrição da montagem desse arquivo se encontra detalhada no sub item 4.3.3 - Simulação do Sistema Construtivo Castellamare com o dia típico 1% para Curitiba.

O programa permite o planejamento de um edifício em um micro computador, adicionando informações correspondentes à realidade do projeto: materiais, paredes, janelas, dentre outras. O usuário pode então estudar as perdas de calor, a abertura solar ou o conforto térmico no verão. A modificação, adição, supressão ou reposição de qualquer componente do edifício é muito simples. O cálculo dos ganhos de calor dura somente alguns minutos por zona, além de oferecer a precisão da simulação e sensíveis parâmetros para os projetos.

O programa COMFIE foi desenvolvido pelo *Centre d'Energétique* da *École des Mines de Paris* para análise térmica de prédios multizonais.

Em termos de resultados, o programa COMFIE fornece as temperaturas internas, mínimas, máximas e médias para cada zona junto com a eventual carga de climatização (caso seja considerado algum sistema de climatização artificial). Saídas possíveis são: gráficos e histogramas da evolução de temperatura em cada zona, gerados pelo programa, ou dados numéricos em arquivo de texto.

A versão utilizada, 3.3, de agosto de 1994 (PEUPORTIER & SOMMEREUX, 1994), roda em WINDOWS, o que possibilita o uso de até 10 zonas; 20 paredes por zona; até 30 materiais; 20 composições; 10 materiais por composição; 20 acabamentos; 20 tipos de envidraçamento; 20 envidraçamentos por zona; 8 envidraçamentos por parede de zona; 8 sombreamentos distantes por parede de zona; 20 sombreamentos integrados; 10 tipos de sombreamento e 10 tipos de albedo.

4.9 SIMULAÇÃO DOS PROTÓTIPOS E DE UM MODELO DE HABITAÇÃO DE CUNHO SOCIAL UTILIZANDO O SOFTWARE COMFIE

O uso do COMFIE permitiu simular uma variedade de situações, no caso, para se definir o modelo de simulação dos protótipos, para as simulações com troca dos materiais utilizados nas vedações das paredes dos protótipos e também das paredes do sistema construtivo utilizado pela Castellamare Construções Ltda, em uma casa da Vila Tecnológica de Curitiba, avaliado nesta pesquisa.

Essa construção serviu de estudo de caso para os estudos conduzidos por Dumke (2002) e Michaloski (2002), já citados anteriormente, ambos voltados para avaliação do desempenho térmico de habitações de interesse social e a ser detalhada em 4.9.1.

Na simulação dos protótipos, no COMFIE, inseriram-se dados relativos a duas zonas: vazio protótipo – volume interno do protótipo, e vazio cobertura –

volume interno entre telhado e manta de isolamento entre cobertura e volume interno do protótipo.

No COMFIE, denomina-se “zone wall” as zonas – volumes específicos, e denomina-se “wall” os planos que compõem essas zonas.

Para a zona denominada, para esta pesquisa, “vazio protótipo” foram consideradas 6 “walls” – planos:

- 1) As quatro vedações – paredes leste, norte, oeste e sul do protótipo;
- 2) O piso;
- 3) A manta – neste caso sendo o teto do “vazio protótipo”.
- 4) Para a zona denominada, para esta pesquisa, “vazio cobertura” foram consideradas 5 “walls”:
- 5) O forro – neste caso como sendo o piso do “vazio cobertura”;
- 6) Os três fechamentos – leste, norte e oeste, e;
- 7) A cobertura em telha de fibrocimento, tipo ondulada com espessura de 6,00 mm.

Definiu-se para cada “wall” o ângulo formado com o plano horizontal e a orientação solar. Na simulação do Sistema Construtivo utilizado pela Castellamare, foi considerado para as paredes um ângulo superior a 90° em relação à horizontal de modo a considerar a existência de beirais.

Inseriram-se os dados de cada material como:

- 1) Espessura (cm);
- 2) A condutividade térmica (λ) - (W/(m.K)– neste caso determinada através das medições e cálculos para obtenção do fluxo de calor - transdutor de fluxo de calor);
- 3) A densidade de massa aparente (ρ) – (kg/m³) – os valores adotados foram os auferidos no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, na UFPR;
- 4) O calor específico (c) – [Wh/(kg.K)] – valores baseados na Norma (ABNT NBR 15220 – 2, p.13-16, 2005) e em Frota (p.184-189, 2000);

5) O valor da absorvência (α) determinado pelo tipo de acabamento das superfícies e baseados nos valores da Norma (ABNT NBR 15220 – 2, p.12, 2005);

6) O valor da emissividade (ϵ) dos acabamentos das superfícies também baseados nos valores da Norma (ABNT NBR 15220 – 2, p.12-16, 2005);

Inseriram-se os dados de volume para cada zona, a área de cada plano – “wall” componente das zonas definidas – vazio protótipo e vazio cobertura.

Para esta pesquisa, na simulação dos protótipos, considerou-se inexistência de equipamentos internos que pudessem gerar calor, inexistência de ocupação ou qualquer outro elemento que pudesse influir no ganho ou perda de calor. Para o vazio da cobertura, considerou-se um volume permanente de ventilação interna equivalente ao volume do vazio – 0,075 m³/h.

Para a zona externa adjacente ao “vazio protótipo” e ao “vazio cobertura”, lançou-se o valor do albedo obtido nas medições – detalhado a seguir.

Outras informações como inexistência de aberturas – janelas, aparelhos de ventilação ou aquecedores internos, também foram desconsiderados na simulação dos protótipos.

4.9.1 MODELO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL UTILIZADO NAS SIMULAÇÕES DE DESEMPENHO TÉRMICO

A simulação de uma habitação de cunho social baseou-se no sistema construtivo em concreto analisado por Dumke (2002) e Michaloski (2002), denominado Sistema Castellamare – ou sistema travabloco. Este sistema é constituído de alvenaria estrutural de blocos de concreto vazado, com dimensões de 43,0 x 12,0 x 19,0cm e furos verticais: dois retangulares – 10,5 x 6,0cm e dois circulares – 6,0cm de diâmetro e com espessura final da parede 13,6cm. A tipologia dos blocos, segundo Dumke (2002, p. 126): blocos normais, de canto, de encontro, de oitões e canaletas. Os blocos compostos de cimento, areia média, pedrisco e pó-

de pedra, foram moldados com vibração e pressão simultâneas. A moradia avaliada por Dumke (2002) e Michaloski (2002) possui acabamento interno e externo com reboco e pintura bege. As esquadrias das janelas são em perfis de ferro e vidro de 3,0mm de espessura. A porta externa é de madeira com pintura na cor bege. O piso é composto pelo lastro de brita, contra piso em concreto simples e revestimento cerâmico. A cobertura em telhas de fibrocimento com 5,0 mm de espessura, na cor cinza. O ático constituído de uma câmara de ar não ventilada e forro de madeira de pinheiro, tipo paulista. A Figura 45 ilustra através de planta, corte e foto, o modelo adotado como referência para a realização da simulação de uma habitação de cunho social na presente pesquisa. A habitação possui 40,20m² de área construída e pé direito de 2,70m.

Os dados considerados foram baseados no estudo conduzido por Michaloski (2002) que também simulou esta habitação utilizando o *software* COMFIE. Para simulação da habitação consideraram-se duas zonas: interior da habitação - paredes externas, piso e forro de madeira; e ático – telhado e paredes de empena ou oitão (ver relatório do COMFIE, no Apêndice A). As paredes internas foram desconsideradas. Os demais dados lançados na simulação, tais como: ocupação, ventilação, ganhos térmicos, aberturas, dentre outros, seguiram os padrões estabelecidos por Michaloski (2002) alterando-se somente as propriedades dos materiais da parede – originalmente em blocos de concreto, substituídos por painéis de madeira.

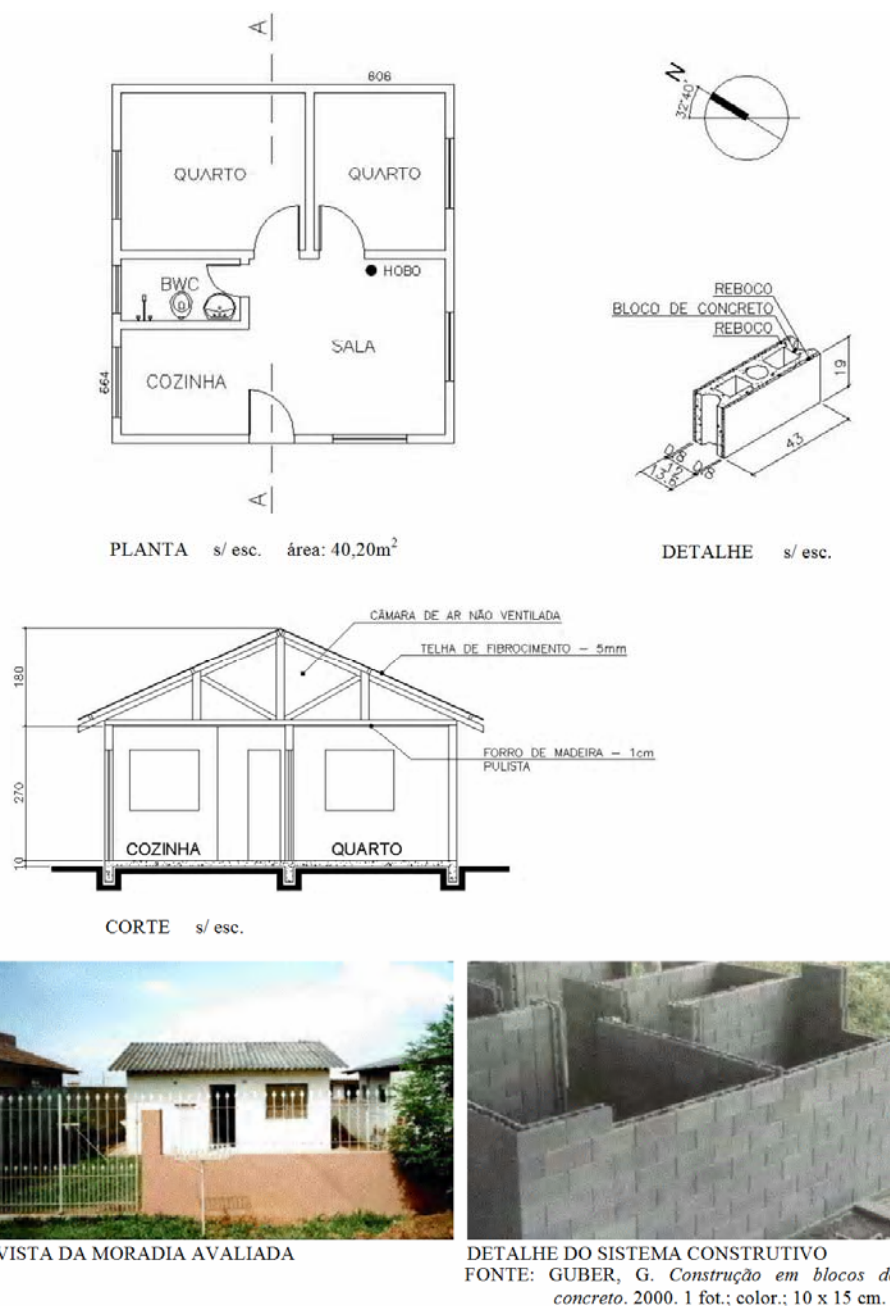


FIGURA 45 – SISTEMA CASTELLAMARE
 FONTE: DUMKE (2002, P. 127)

Dumke (2002, p. 168) determinou os valores das características termofísicas para as paredes externas dos sistemas construtivos considerando-se o material predominante das paredes de vedação e obteve que para o Sistema construtivo Castellamare 3,3 (W/m² K) para a transmitância térmica¹⁹ (U), 3,4 horas de atraso

¹⁹ Transmitância térmica (U) ou coeficiente global de transferência de calor – inverno do somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente,

térmico²⁰ (ϕ) e 4,0 para o Fator Solar²¹ (FS). Como as paredes, do sistema construtivo Castellamare, eram compostas por outros elementos como vidro, esquadria de ferro, portas de madeira, estes valores foram recalculados considerando-se a proporcionalidade da área em relação a superfície externa total, obtendo-se o que autora denominou como sendo valores “equivalentes”. Os valores encontrados foram: 3,53 (W/m² K) para a transmitância (U), 3,0 horas de atraso térmico (ϕ) e 12,2 para o Fator Solar (FS). Para a cobertura determinou-se, para o inverno: 2,82 (W/m² K) para a transmitância (U), 0,8 horas de atraso térmico (ϕ) e 8,2 para o Fator Solar (FS) e para o verão: 2,02 (W/m² K) para a transmitância (U), 0,9 horas de atraso térmico (ϕ) e 5,9 para o Fator Solar (FS).

As Tabelas 20 e 21 comparam as temperaturas externas com as temperaturas internas da habitação com este tipo de vedação e fornecem a porcentagem de horas de conforto de acordo com os parâmetros sugeridos por Givoni – cujo limite de umidade relativa é de 20% a 80% e de temperatura entre 18° e 29°C para países em desenvolvimento (GIVONI apud LAMBERTS *et al*, 1997, p.106).

TABELA 20 – MONITORAMENTO DO SISTEMA CASTELLAMARE NO INVERNO

Sistema Construtivo	Frio (%)	Conforto (%)	Calor (%)	Tmín (°C)	Tmédia (°C)	Tmáx (°C)
Castellamare	92,4	7,6	0	4,9	12,7	22,9
Externo	88,3	10,6	1,01	-3,3	10,5	26,6

FONTE: DUMKE (2002, P.147)

TABELA 21 – MONITORAMENTO DO SISTEMA CASTELLAMARE NO VERÃO

Sistema Construtivo	Frio (%)	Conforto (%)	Calor (%)	Tmín (°C)	Tmédia (°C)	Tmáx (°C)
Castellamare	1,16	81,1	17,7	17,4	25,1	31,85
Externo	31,3	36,3	32,4	11,5	22,2	32,9

FONTE: DUMKE (2002, P.148)

incluindo as resistências superficiais, externa e interna. Inverso da Resistência térmica total (ABNT NBR 15220-1: 2005, p. 2).

20 Atraso térmico (ϕ) – tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor (ABNT NBR 15220-1: 2005, p. 2).

21 Fator de ganho de calor solar de elementos opacos ou Fator solar de elementos opacos – quociente da taxa de radiação solar diretamente transmitida através de um componente opaco pela taxa da radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo (ABNT NBR 15220-1: 2005, p. 2).

Nota-se que, no inverno, a média das temperaturas internas da habitação com o sistema Castellamare ficou fora da faixa de conforto (12,7 °C) apresentando 92,4% de horas de desconforto por frio. Já no verão a média das temperaturas internas ficou dentro da faixa de conforto (25,1 °C) apresentando 81,1% de horas de conforto, do total de horas monitoradas.

Para as simulações dos protótipos e da habitação Castellamare, foi preciso montar o arquivo climático denominado EC1 (correspondente ao ano climático).

Na simulação do Sistema Construtivo Castellamare considerou-se as reais condições encontradas *in loco* e descritas por Michaloski (p. 49-53, 2002). Reproduziu-se o modelo descrito por Michaloski e posteriormente foram feitas as substituições do material original, utilizado nas vedações das paredes – blocos de concreto, pelos painéis de madeira analisados nesta pesquisa.

Os relatórios gerados pelo programa COMFIE estão anexos no final deste trabalho – nos APÊNDICES.

4.10 PROCEDIMENTO ADOTADO PARA ESTIMAR O ALBEDO LOCAL

De acordo com Krüger (p. 28, 1993), o albedo é a capacidade de reflexão, do terreno, da radiação solar visível.

$$\text{ALBEDO} = \frac{\text{Radiação Refletida}}{\text{Radiação Total Incidente}} (\%) \quad (21)$$

Segundo Givoni (1976, p. 72), o albedo representa a parcela da radiação solar que é refletida pelo terreno.

Lamberts *et al.* (1997, p.36) definem albedo como sendo uma variável adimensional relativa a cada tipo de superfície refletora. Segundo os autores, quanto maior o valor do albedo, maior a capacidade da superfície de refletir a radiação.

Para a medição do albedo, foi confeccionado um suporte para fixação de dois solarímetros e um registrador de temperatura do ar do tipo HOBO. O suporte é formado por uma haste vertical soldada a um tripé. Essa haste serve de fixação para uma outra haste horizontal, na qual se fixam: em uma extremidade os solarímetros (um voltado para a abóbada celeste e o outro voltado para o terreno) e na outra extremidade um peso para contrabalançar o conjunto. No centro da haste foi fixado um tubo de PVC – com diâmetro de quinze centímetros e comprimento de quarenta centímetros - pintado de branco, que servia de abrigo para o sensor HOBO utilizado para registro da temperatura ambiente (FOTOS 40 e 41).

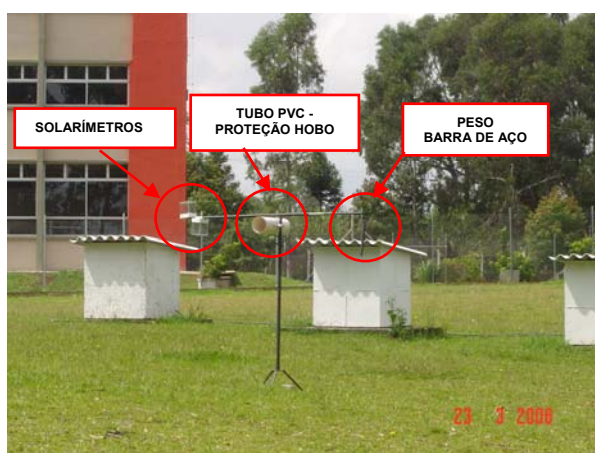


FOTO 40 – CONJUNTO DOS EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÃO DO ALBEDO



FOTO 41 – VISÃO GERAL DO SUPORTE PARA INSTALAÇÃO OS EQUIPAMENTOS DESTINADOS À MEDIÇÃO DO ALBEDO

FONTE: O AUTOR (2007)

Os solarímetros foram fixados, um voltado para cima, de maneira a captar incidência direta dos raios solares e a contribuição da abóbada celeste como radiação difusa, e o outro para baixo, de forma a captar a reflexão da radiação visível a partir do solo.

A haste horizontal que suporta os solarímetros e o tubo que abriga o HOBO foi fixada a 1,50 m de altura.

O suporte foi colocado próximo aos protótipos em quatro posições, por 24h em cada uma das posições (Figura 46).

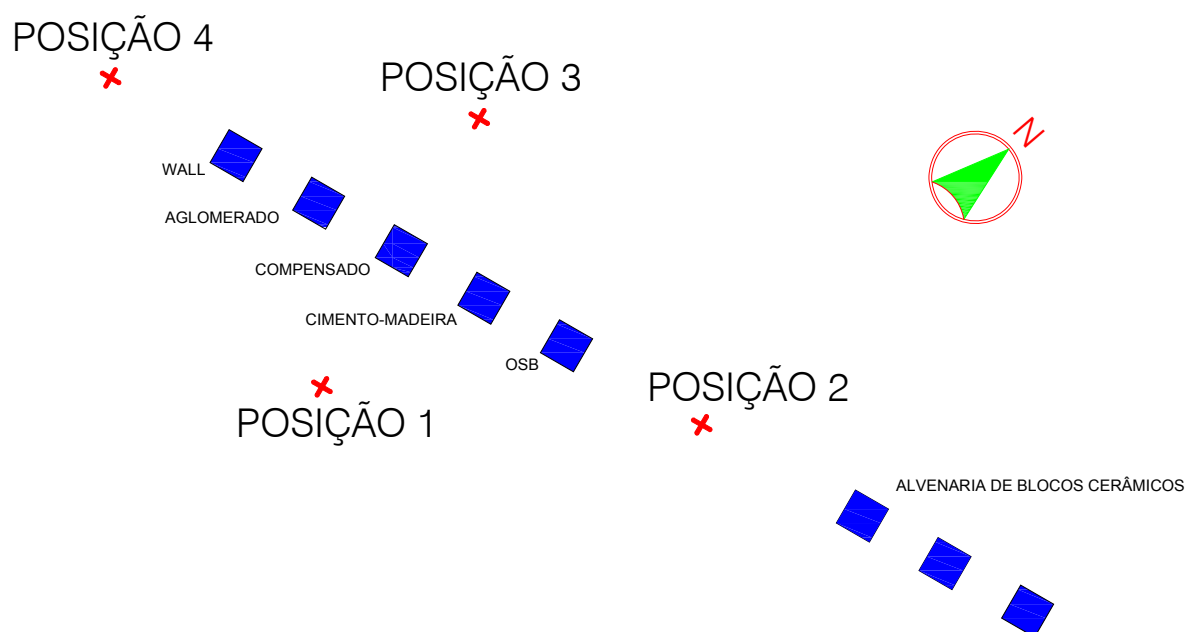


FIGURA 46 – LOCAÇÃO DO SUPORTE PARA MEDIÇÃO DO ALBEDO
 FONTE: O AUTOR (2007)

O albedo da superfície gramada foi determinado a partir do quociente entre as parcelas de radiação visível obtidas através das diferenças entre as temperaturas registradas pelos solarímetros e pelo sensor dentro do tubo, conforme procedimento apresentado, a cada 5 minutos, e posteriormente transformadas de hora em hora.

O valor do albedo foi obtido dividindo-se o valor da Radiação Refletida ($Rad_{(baixo)}$) pela Radiação Incidente ($Rad_{(cima)}$), (EQUAÇÃO 22).

$$ALBEDO = \frac{\text{Radiação Refletida } (Rad_{(baixo)})}{\text{Radiação Total Incidente } (Rad_{(cima)})} \quad (\%) \quad (22)$$

Na figura abaixo, se nota a concordância relativa entre a radiação obtida pela medição *in loco* com o solarímetro e aquela registrada na estação do INMET. Diferenças são observadas em alguns períodos, possivelmente devido à presença de nuvens esparsas no local da medição - distante da estação meteorológica em aproximadamente 12,50km (FIGURA 47).

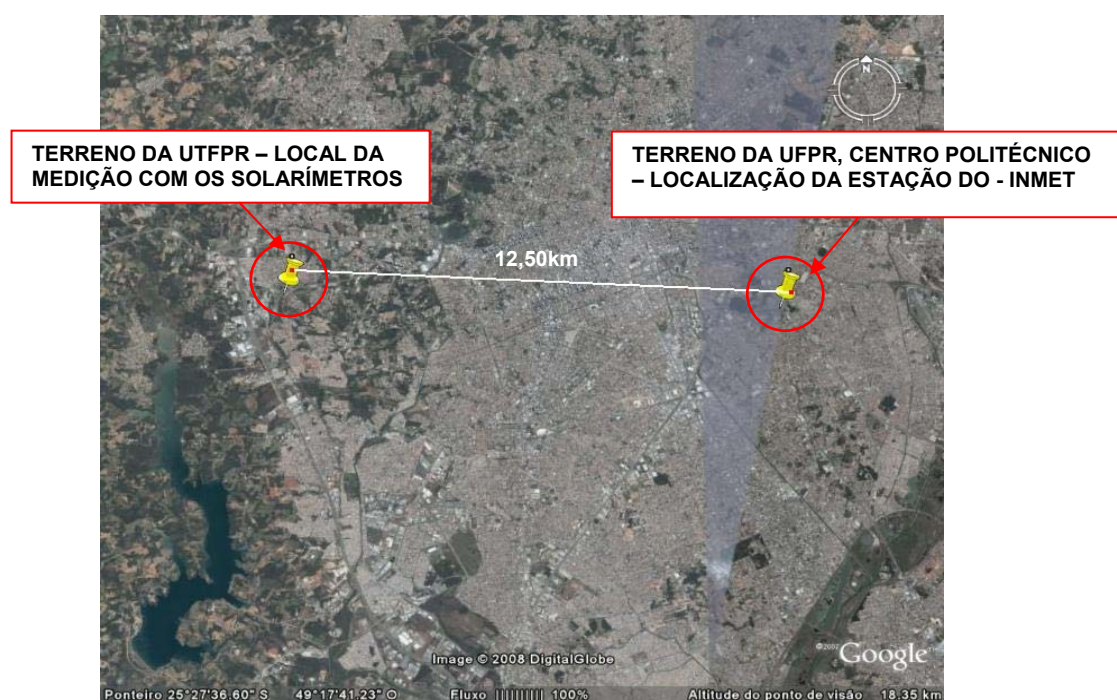


FIGURA 47 – DISTÂNCIA ENTRE O TERRENO DA UTFPR, NO BAIRRO ECOVILLE, E O TERRENO DA UFPR, NO CENTRO POLITÉCNICO, BAIRRO JARDIM DAS AMÉRICAS – CURITIBA/PR

FONTE: GOOGLE EARTH (2008)

O Gráfico 8 compara as parcelas de radiação medidas com os dados obtidos no INMET. Sendo “Rad (baixo)” a parcela medida pelo solarímetro voltado para baixo, de forma a captar a reflexão da radiação visível a partir do solo e “Rad (cima)” os dados obtidos pelo solarímetro voltado para cima, de maneira a captar incidência direta dos raios solares e a contribuição da abóbada celeste.

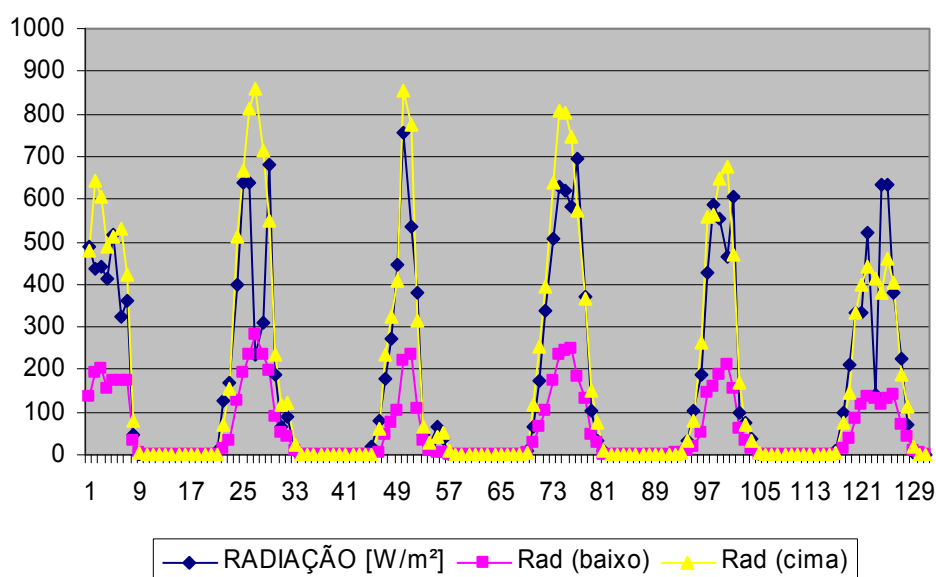


GRÁFICO 8 – COMPARAÇÃO ENTRE AS PARCELAS DE RADIAÇÃO MEDIDAS E DADOS OBTIDOS NO INMET

FONTE: DO AUTOR (2008)

Observa-se que o valor ao meio dia (12:00 horas) é o que mais representa o albedo local, pela elevação solar correspondente, mais próxima ao zênite. A média obtida para o valor do albedo ficou em 0,32 e o desvio padrão em 0,06.

O Gráfico 9 mostra a tendência do albedo no entorno da área de implantação dos protótipos para o valor de 0,3 que corrobora o valor do albedo indicado na Tabela 5 para prados e pastagens - citado na seção 2.8, e próximo ao valor citado por Lamberts *et al.* (1997, p. 36) de 0,2.

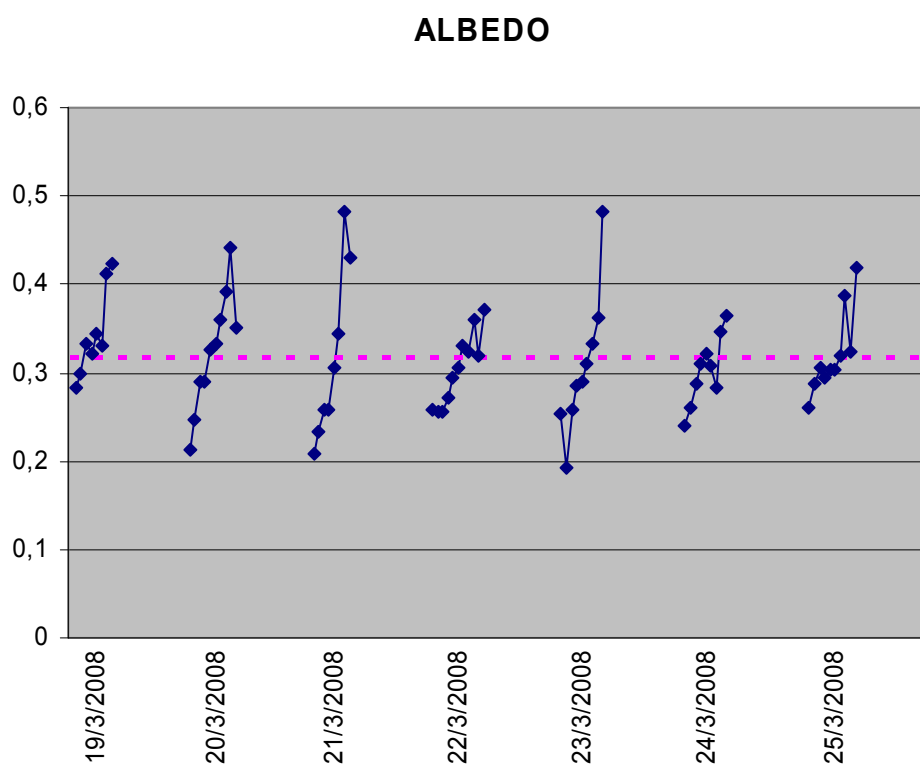


GRÁFICO 9 – VALORES DO ALBEDO PARA OS VÁRIOS DIAS E POSIÇÕES CONSIDERADAS E A TENDÊNCIA DO VALOR MESMO PARA 0,30
 FONTE: DO AUTOR (2008)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 MONITORAMENTO DOS PROTÓTIPOS NO INVERNO E VERÃO

Conforme visto na seção 3, a avaliação do desempenho térmico foi realizada em dois períodos: uma no inverno e outra no verão.

5.1.1 MONITORAMENTO DE INVERNO E AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS

As medições de temperatura interna dos protótipos no período de inverno foram realizadas entre os dias 08 a 15 de agosto de 2007. Para avaliação do comportamento térmico dos protótipos consideraram-se os dias 09 a 14 de agosto, tendo em vista o tempo de estabilização dos equipamentos instalados.

Analisando os dados obtidos no monitoramento de inverno verificou-se que, quando comparado com o comportamento térmico do protótipo em alvenaria de tijolos cerâmicos, o protótipo com vedações de paredes em painel Wall apresentou comportamento próximo ao protótipo de referência, seguido do protótipo em OSB. Quando a temperatura externa atingia o mínimo, esses protótipos conseguiam amortecer a variação da temperatura externa de 11 K em média, mantendo a temperatura interna acima da externa, no período noturno (GRÁFICO 10).

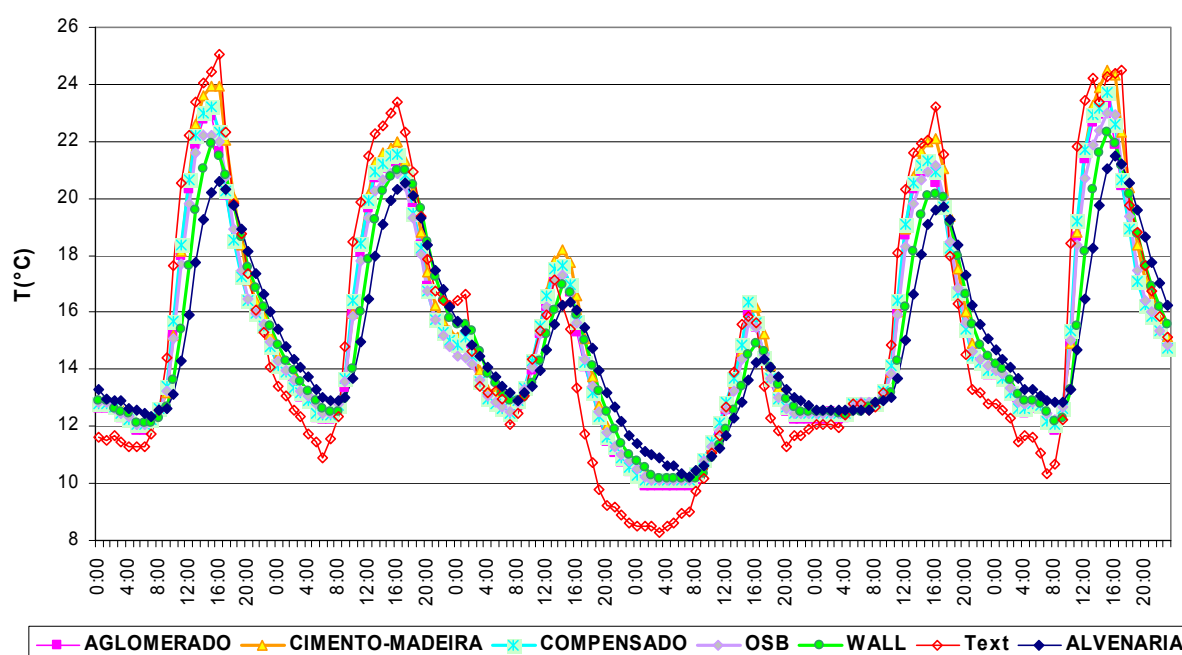


GRÁFICO 10 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO INVERNO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS NO PERÍODO DE 09 A 14 DE AGOSTO DE 2007

FONTE: DO AUTOR (2008)

Com relação à amplitude térmica (TABELA 14), os dados confirmam o desempenho desses dois tipos de painéis de madeira, tendo em vista que a menor amplitude térmica apresentada foi a do protótipo em alvenaria (6,7 K), seguida pelo protótipo com painel Wall (7,8 K) e pelo protótipo em OSB (8,7 K).

No caso das temperaturas máximas registradas durante o período de inverno monitorado, no qual a temperatura máxima externa apresentou uma média de 21,5°C (TABELA 22), temperatura esta considerada confortável dentro dos parâmetros estabelecidos por Givoni²² (1992), todos os protótipos apresentaram, para o período monitorado, as médias das temperaturas máximas diárias dentro deste parâmetro de conforto.

²² A zona de conforto definida por Givoni, que para países em desenvolvimento estabelece como sendo confortáveis temperaturas situadas entre 18 e 29°C.

TABELA 22 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO INVERNO

PROTÓTIPO	Média TMÍN (°C)	Média TMÁX (°C)	AMPLITUDE TMÁX – TMÍN (K)
Alvenaria	12,1	18,8	6,7
Wall	11,7	19,5	7,8
OSB	11,7	20,3	8,7
Aglomerado	11,4	20,3	8,9
Compensado	11,6	20,6	9,1
Cimento-madeira	11,7	21,2	9,5
T _{EXTERNA}	10,2	21,5	11,3

FONTE: DO AUTOR (2007)

A Tabela 23 compara o amortecimento das temperaturas mínimas e máximas pelos materiais utilizados como vedações das paredes dos protótipos. Novamente, os resultados corroboram as constatações anteriores, no caso dos três primeiros protótipos. Para as temperaturas mínimas, a maior diferença ficou para o protótipo de alvenaria (1,9 K), significando que este material foi o que mais amorteceu as temperaturas mais rigorosas de inverno, no período monitorado. Em seguida, os protótipos que apresentaram maior amortecimento para as temperaturas mínimas foram o painel Wall (1,5 K) e o painel OSB (1,5 K). Este fato pode ser constatado no Gráfico 11, que retrata três dias do período monitorado, durante os quais houve uma queda da temperatura externa – frente fria.

TABELA 23 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS NO PERÍODO DE INVERNO

PROTÓTIPO	Tintmín - Textmín	Textmáx – Tintmáx
Alvenaria	1,9	2,3
Wall	1,5	1,1
OSB	1,5	-1,5
Cimento-madeira	1,4	-0,8
Compensado	1,4	0,9
Aglomerado	1,2	-0,8

FONTE: DO AUTOR (2007)

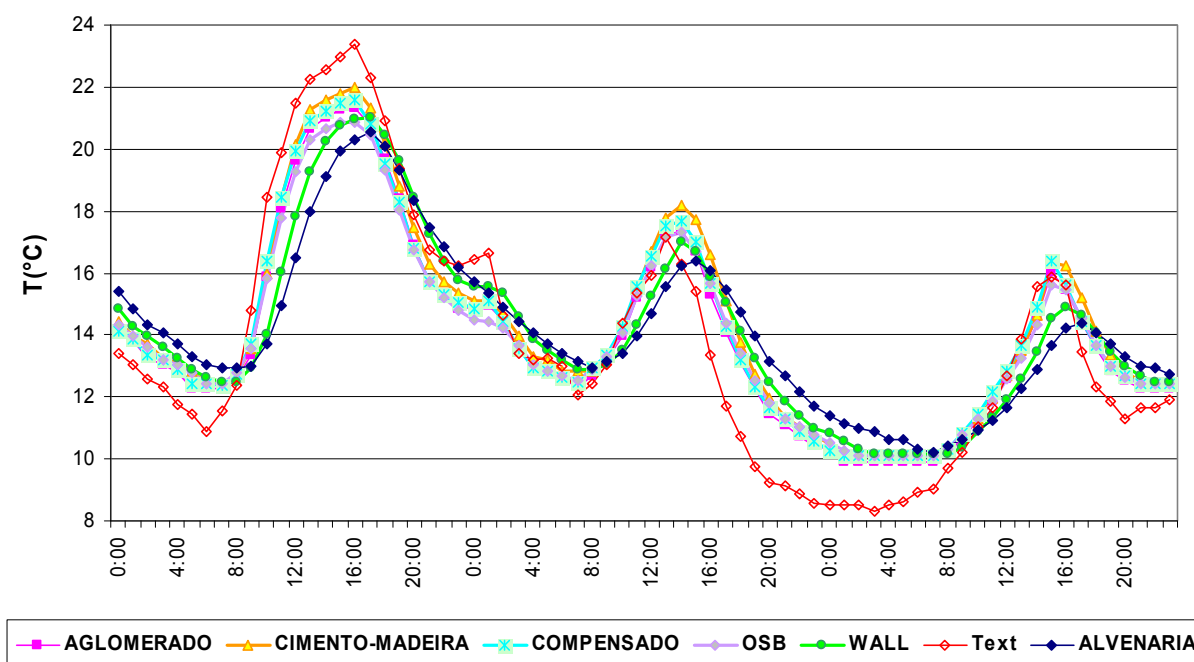


GRÁFICO 11 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS, PARA TRÊS DIAS DO PERÍODO MONITORADO DE INVERNO DE 10 A 12 DE AGOSTO DE 2007

FONTE: DO AUTOR (2008)

A Tabela 24 apresenta o fator decremental de cada protótipo, com base na temperatura média para o período de 09 a 14 de agosto de 2007. De acordo com Cruz *et al.* (2008), o fator decremental (μ) aplicado a um espaço interno representa o coeficiente de variação da amplitude interna com relação à amplitude externa. Esse coeficiente é o quociente entre as amplitudes térmicas diárias internas e externas. Sendo a amplitude térmica diária interna diretamente proporcional ao fator decremental, quanto menor for o valor do fator decremental (TABELA 24), menor a amplitude interna (TABELA 22). Neste caso, o menor fator decremental apresentado foi para a alvenaria de tijolos cerâmicos (0,60), seguido pelo painel Wall (0,69) e pelo painel OSB (0,77). Como um baixo fator decremental significa amplitude térmica interna menor que a externa, o projeto bioclimático deverá garantir que a faixa de temperaturas internas esteja na região de conforto por meios passivos.

TABELA 24 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA NO INVERNO.

PROTÓTIPO	FATOR DECREMENTAL (μ)
Alvenaria	0,60
Wall	0,69
OSB	0,77
Compensado	0,80
Aglomerado	0,79
Cimento-madeira	0,84

FONTE: DO AUTOR (2008)

5.1.2 MONITORAMENTO DE VERÃO E AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS

Tendo em vista que choveu nos primeiros dias de medição e que os painéis dos protótipos absorveram umidade, os primeiros dados foram desprezados e considerados apenas os dados levantados entre 03 a 08 de março, que foram de céu claro (GRÁFICO 12).

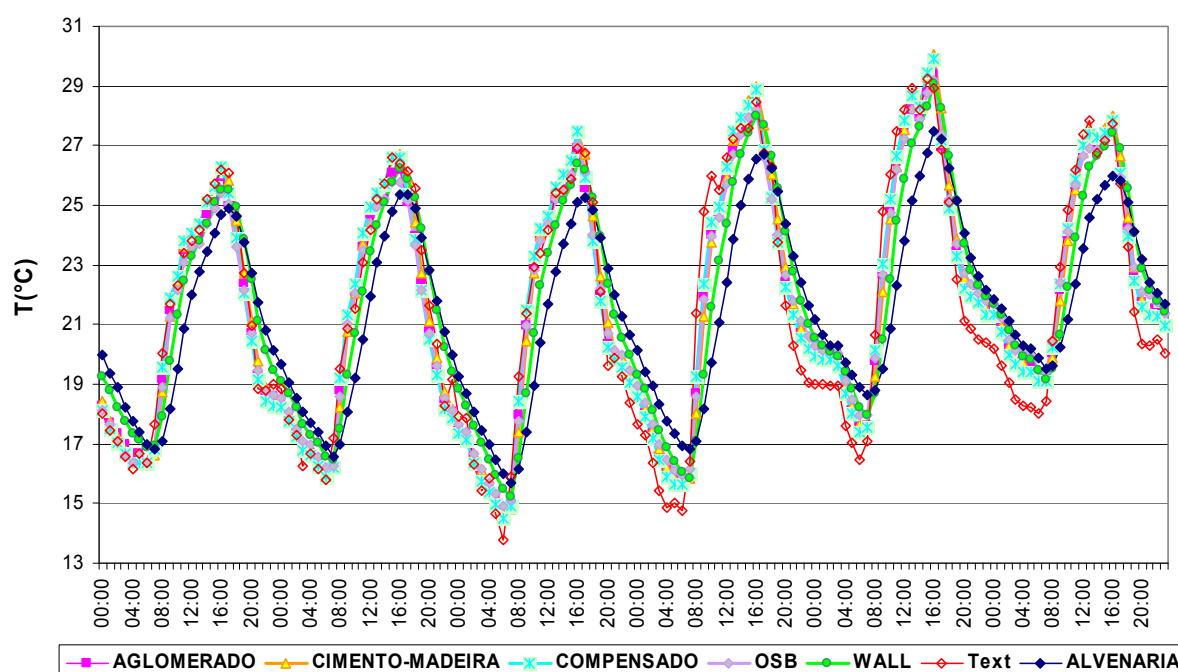


GRÁFICO 12 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO VERÃO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS NO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO, DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008

FONTE: DO AUTOR (2008)

Analisando os dados obtidos no monitoramento de verão, verificou-se que, quando comparados com o desempenho do protótipo em alvenaria de tijolos cerâmicos, assim como no período de inverno, o protótipo com vedações das paredes em painel Wall apresentou o segundo melhor desempenho ficando depois do protótipo em alvenaria. Na sequência do desempenho, se apresenta o protótipo em OSB. Quando a temperatura externa atingia o máximo, a maioria desses protótipos conseguiu amortecer a variação da temperatura, mantendo a temperatura interna um pouco abaixo da externa, com exceção dos protótipos em painéis de compensado e de cimento-madeira, que apresentaram temperaturas internas máximas acima da temperatura máxima externa.

O Gráfico 13 mostra em detalhe os quatro últimos dias monitorados e o comportamento térmico dos protótipos com vedação em painéis de madeira, comparado com o comportamento térmico do protótipo com vedação de paredes em tijolos cerâmicos.

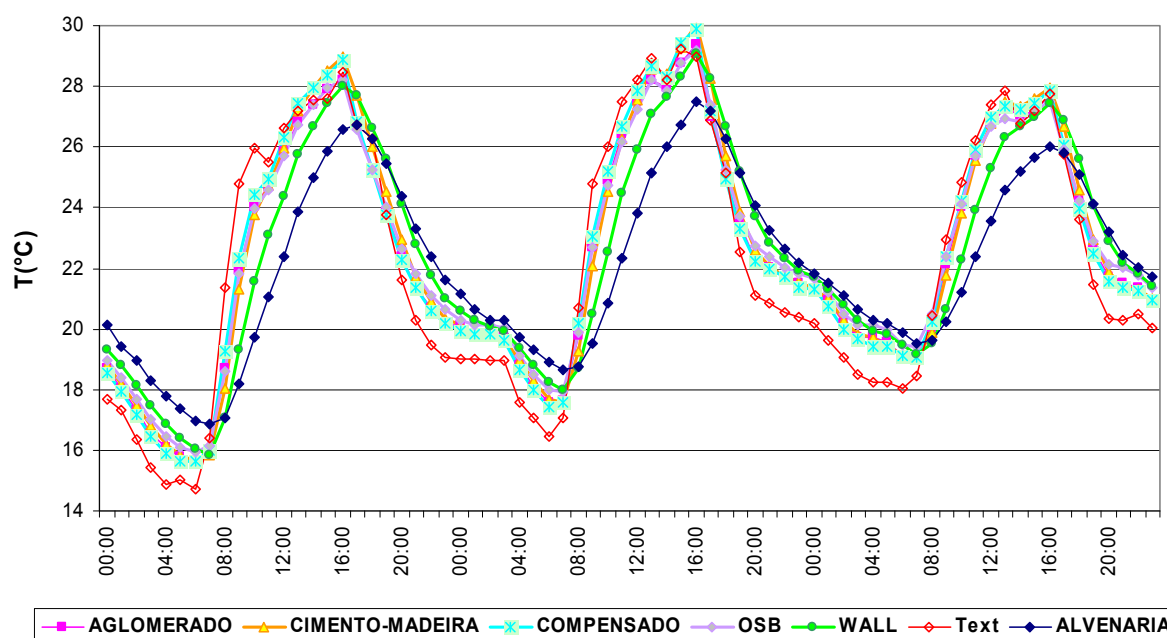


GRÁFICO 13 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS PROTÓTIPOS NO VERÃO COM OS DIVERSOS PAINÉIS DE MADEIRA COMPARADOS AO PROTÓTIPO DE TIJOLOS CERÂMICOS, PARA TRÊS DIAS DO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO - 06 A 08 DE MARÇO DE 2008

FONTE: DO AUTOR (2008)

Com relação à amplitude térmica (TABELA 25), os dados confirmam o desempenho de inverno dos protótipos com vedação de paredes em alvenaria e em painel Wall, tendo em vista que a menor amplitude térmica apresentada foi do protótipo em alvenaria (8,6 K), seguida pelo protótipo com painel Wall (10,2 K) e pelo protótipo em OSB (10,4 K).

TABELA 25 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO VERÃO

PROTÓTIPO	Média T _{MÍN} (°C)	Média T _{MÁX} (°C)	AMPLITUDE T _{MÁX} – T _{MÍN} (K)
Alvenaria	17,4	26,0	8,6
Wall	16,9	27,1	10,2
OSB	16,8	27,2	10,4
Aglomerado	16,5	27,4	10,9
Cimento-madeira	16,6	27,9	11,3
Compensado	16,5	27,8	11,4
T _{EXTERNA}	15,9	27,5	11,6

FONTE: DO AUTOR (2008)

No caso das temperaturas registradas durante o período de verão, no qual a temperatura máxima externa apresentou uma média de 27,5°C (TABELA 25) - temperatura esta considerada confortável dentro dos parâmetros estabelecidos por Givoni (1992), todos os protótipos apresentaram, para o período monitorado, as médias das temperaturas máximas diárias dentro deste parâmetro de conforto.

A Tabela 26 compara o amortecimento das temperaturas mínimas e máximas pelos materiais utilizados nas vedações das paredes dos protótipos. Novamente, os resultados corroboram as constatações anteriores no caso dos três primeiros protótipos, como atestam as Gráficos 11 e 12. Para as temperaturas máximas, do período de verão monitorado, a maior diferença ficou para o protótipo de alvenaria (1,5 K), significando que este material foi o que mais amorteceu as temperaturas mais altas no período monitorado. Na sequência, apresentaram maior amortecimento para as temperaturas mínimas os painéis Wall (0,3 K) e OSB (0,3 K).

TABELA 26 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DE VERÃO (°C)

PROTÓTIPO	$T_{intmin} - T_{extmin}$	$T_{extmax} - T_{intmax}$
Alvenaria	1,5	1,5
Wall	1,0	0,3
OSB	0,9	0,3
Aglomerado	0,6	0,1
Compensado	0,6	-0,4
Cimento-madeira	0,7	-0,5

FONTE: DO AUTOR (2008)

O protótipo com vedação das paredes em aglomerado (0,1 K), o protótipo em painel compensado (-0,4 K) e por último o protótipo em cimento-madeira (-0,5 K) tiveram os piores desempenhos. Os dois últimos, protótipo em compensado e protótipo em cimento-madeira, apresentaram valores negativos pelo fato das temperaturas máximas internas destes dois protótipos terem se apresentado superiores às temperaturas máximas externas, como já comentado anteriormente.

O Gráfico 14 faz a relação entre as médias das temperaturas mínimas, e máximas e a amplitude térmica dos protótipos para os períodos monitorados de inverno e de verão. Analisando-se o traçado das linhas para os vários protótipos nota-se que o comportamento dos mesmos no verão, em linhas gerais, se repete no inverno.

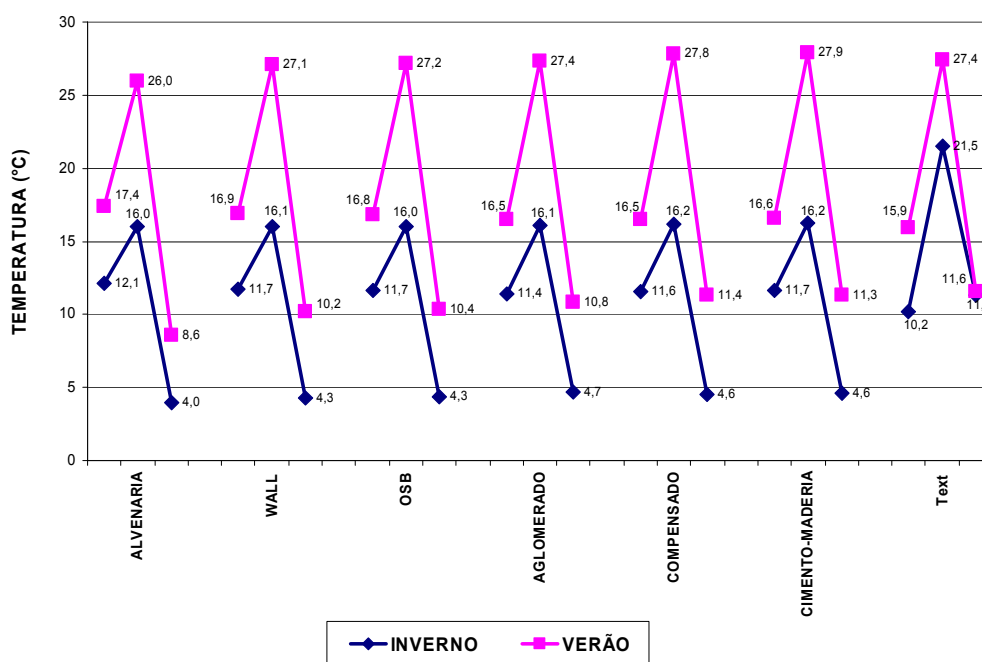


GRÁFICO 14 – MÉDIAS DAS MÍNIMAS; MÉDIAS DAS MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA MÉDIA DOS PROTÓTIPOS PARA OS PERÍODOS MONITORADOS DE INVERNO E VERÃO
FONTE: DO AUTOR (2008)

O Gráfico 15 apresenta os valores de amplitude térmica média para os dois períodos e confirma esta constatação.

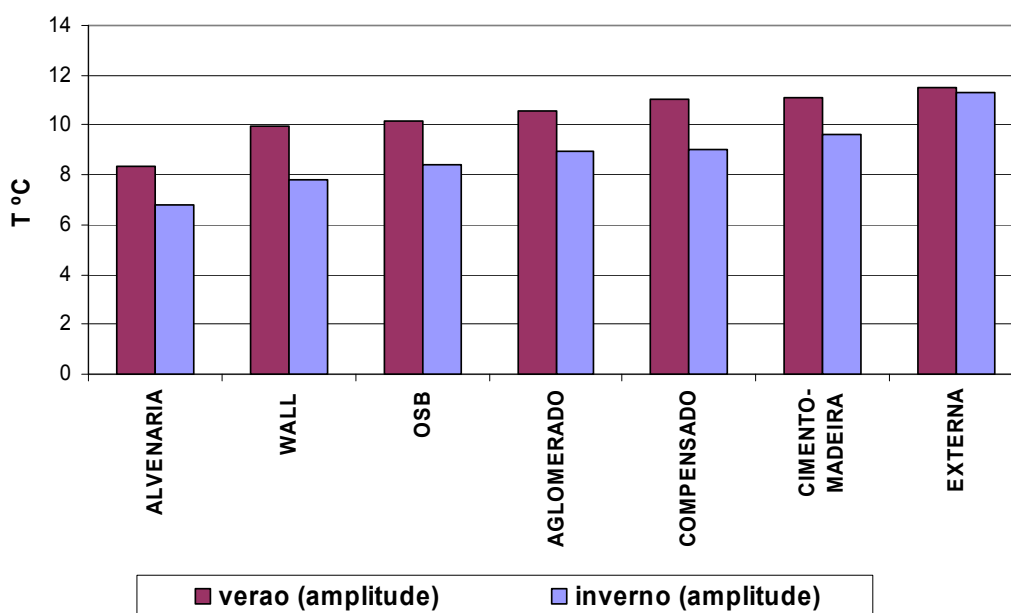


GRÁFICO 15 – COMPARAÇÃO ENTRE A AMPLITUDE TÉRMICA DOS PROTÓTIPOS PARA O PERÍODO MONITORADO DE INVERNO E VERÃO
FONTE: DO AUTOR (2008)

A Tabela 27 apresenta o fator decremental de cada protótipo, com base na temperatura média do período de verão monitorado. Novamente, os resultados corroboram os obtidos nas medições de inverno ficando com os menores valores do fator decremental os protótipos que apresentaram os melhores desempenho tanto no inverno como no verão: protótipo em alvenaria (0,74), Wall (0,88) e OSB (0,90)

TABELA 27 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA NO VERÃO

PROTÓTIPO	FATOR DECREMENTAL (μ)
Alvenaria	0,74
Wall	0,88
OSB	0,90
Compensado	0,98
Aglomerado	0,94
Cimento-madeira	0,98

FONTE: DO AUTOR (2008)

5.2 MEDIÇÕES DO FLUXO TÉRMICO ATRAVÉS DOS PAINÉIS

Analisando-se os resultados do monitoramento térmico realizado durante o período de inverno, observou-se que entre 7:00 e 9:00h as temperaturas internas e externas em todos protótipos tendem a aproximar-se. Após este período do dia as temperaturas externas tendem a se elevar acima das temperaturas internas. Por esta razão, a instalação dos equipamentos para medição do fluxo térmico através dos painéis - o transdutor de fluxo de calor, os *dataloggers* e os termopares, foi realizada neste intervalo de tempo.

Os dados de fluxo de calor e de temperatura foram monitorados a cada cinco minutos, sendo posteriormente convertidos para dados horários. Após a instalação dos equipamentos, considerou-se para análise somente os dados compreendidos entre 09:00 e 14:00h. Este monitoramento permitiu estimar a média da resistência térmica de cada painel sob condições normais de uso (exposição natural) em dia relativamente ensolarado. A radiação global horizontal durante os dias monitorados alcançou 729-1099 W/m² e na superfície da parede 280-618 W/m² (TABELA 28).

TABELA 28 – RADIAÇÃO HORIZONTAL E RADIAÇÃO NA SUPERFÍCIE DA PAREDE MEDIDA DURANTE O MONITORAMENTO

TIPO DE PAINEL	DATA	RADIAÇÃO PAREDE(W/m2)			RADIAÇÃO HORIZONTAL(W/m2)			Text (°C)
		MÉDIA	MÁXIMA	TOTAL	MÉDIA	MÁXIMA	TOTAL	MÉDIA
Cimento-madeira	1-nov-07	257	415	1541	623	830	3737	27,9
OSB	10-nov-07	479	618	2873	623	845	3737	24,0
Compensado	20-nov-07	451	558	2709	606	729	3638	23,6
Aglomerado	22-nov-07	441	499	2644	699	843	4193	19,0
Wall	23-nov-07	210	280	1259	947	1099	5680	19,3

FONTE: DO AUTOR (2008)

O Gráfico 16 compara os dados de radiação global em plano horizontal, medidos pelo solarímetro, posicionado a oeste de cada protótipo. Nota-se que as medições junto aos protótipos de cimento-madeira, compensado e OSB apresentaram variações ao longo do monitoramento.

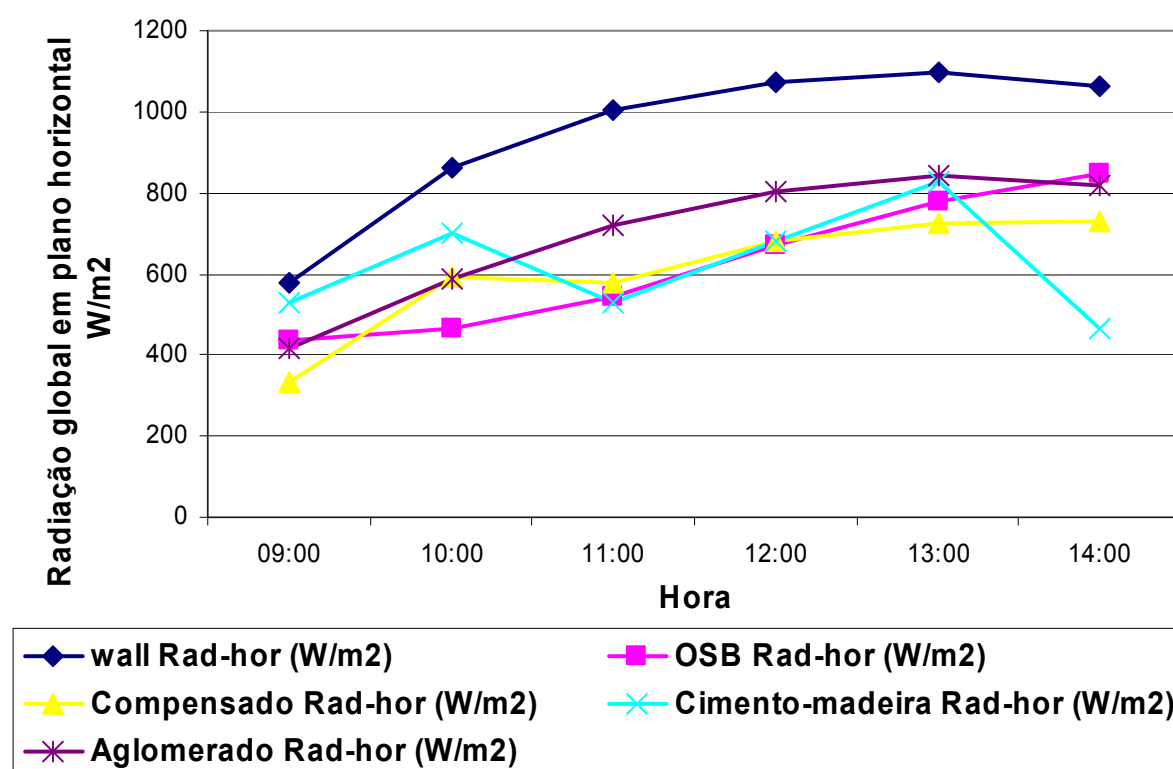


GRÁFICO 16 – COMPARAÇÃO DA RADIAÇÃO GLOBAL EM PLANO HORIZONTAL MEDIDA PRÓXIMA AOS PROTÓTIPOS COM PAINÉIS DE MADEIRA

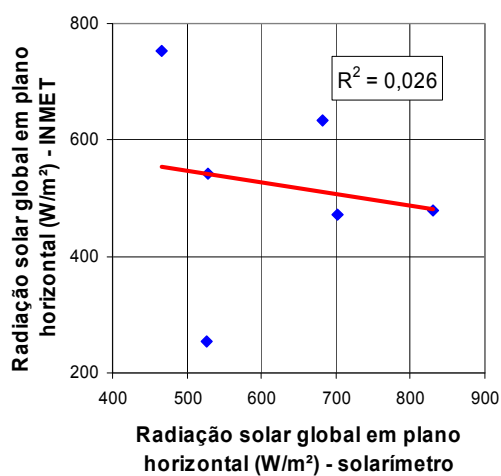
FONTE: DO AUTOR (2008)

Uma vez que os dados de radiação foram estimados a partir de solarímetros,

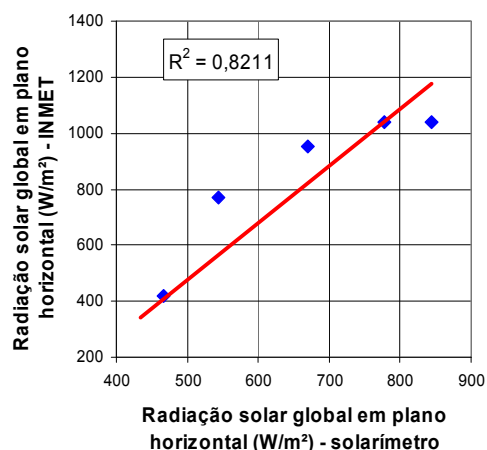
comparou-se esses resultados com a radiação solar global medida em piranômetro LI-COR (FOTO 42), na estação do INMET (GRÁFICOS 17A-E).



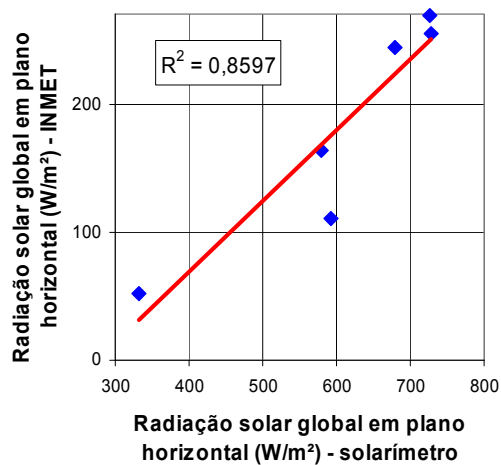
FOTO 42 – PIRANÔMETRO DA ESTAÇÃO DO INMET–CENTRO POLITÉCNICO–UFPR



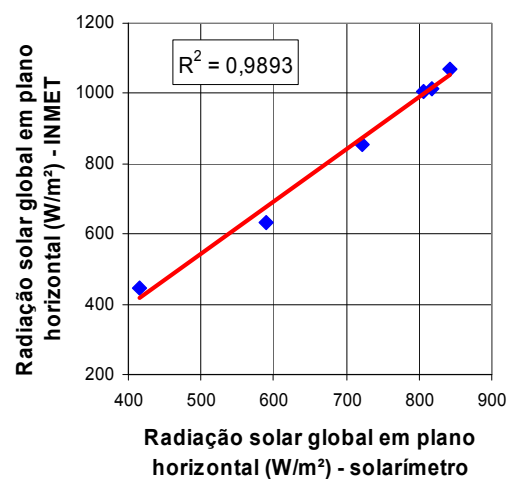
A – CIMENTO-MADEIRA



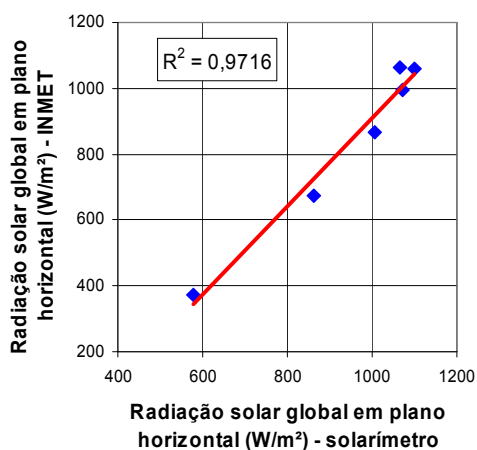
B – OSB



C – COMPENSADO



D – AGLOMERADO



E – WALL

GRÁFICO 17 – COMPARAÇÃO DOS DADOS MONITORADOS COM O SOLARÍMETRO E OS DADOS DO INMET

FONTE: DO AUTOR (2008)

Em ambos os locais, especialmente em dias parcialmente encobertos, mas também nos de céu claro, verificaram-se diferenças (TABELA 29). Nota-se, nos Gráficos 16A-E que, nos dias de céu parcialmente encoberto, a correspondência entre os dados é muito pequena, enquanto que, nos dias de céu claro existe boa correlação (Wall e aglomerado). Ressalte-se que os dados de radiação serviram apenas como condições verificadas durante o experimento.

Mesmo nesses dias, entretanto, há pequenas diferenças, relacionadas ao cobrimento da abóbada

TABELA 29 – COMPARAÇÃO ENTRE DADOS DE RADIAÇÃO HORIZONTAL, DO SOLARÍMETRO (ECOVILLE) E DADOS MEDIDOS POR PIRANÔMETRO (INMET)

Data da medição	23/11/2007		10/11/2007		20/11/2007		1/11/2007		22/11/2007	
Medições no Protótipo	Wall		OSB		Compensado		Cimento-madeira		Aglomerado	
	ECOVILLE	INMET	ECOVILLE	INMET	ECOVILLE	INMET	ECOVILLE	INMET	ECOVILLE	INMET
	577	373	435	118	332	53	527	255	416	446
	862	676	467	418	592	111	702	473	590	634
	1005	867	543	768	579	164	529	543	722	856
	1071	997	670	953	680	244	682	633	805	1007
	1099	1058	777	1038	726	269	830	479	843	1069
	1065	1062	845	1042	729	255	466	753	817	1015
MEDIA	947	839	623	723	606	183	3737	522	4193	838
MAXIMA	1099	1062	845	1042	729	269	830	753	843	1069
SOMA	5680	5031	3737	4337	3638	1096	3737	3135	4193	5027

FONTE: DO AUTOR (2008)

As Fotos 43 e 44, tiradas com máquina fotográfica Nikon D-80 e lente Sigma Fisheye 8mm F-35, retratam a abóbada celeste, nos locais de medição da radiação com o solarímetro e com o piranômetro da estação meteorológica do INMET, no Centro Politécnico - UFPR. Comparando-se a Foto 43 – abóbada celeste retratada próxima ao suporte do piranômetro existente na Estação do INMET, com a Foto 44 – abóbada celeste retratada próxima aos protótipos construídos na UTFPR Campus Curitiba, no Bairro Ecoville, onde foi localizado o solarímetro para estimar a radiação global em plano horizontal, nota-se que, no caso da abóbada celeste no Ecoville, a existência de obstrução pela vegetação existente à noroeste, pode ter ocasionado menor incidência de radiação no sensor nas horas da tarde.

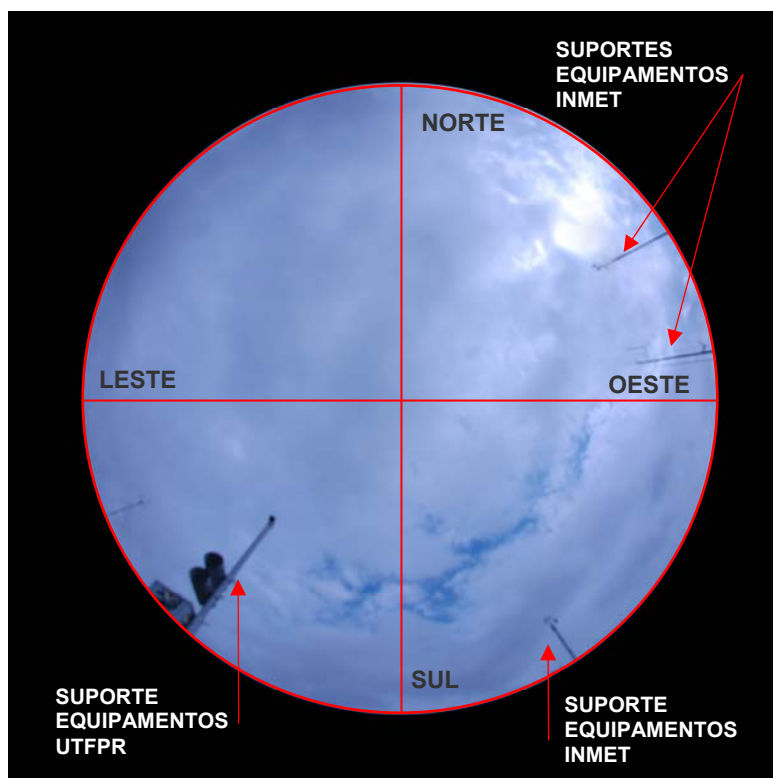


FOTO 43 – VISTA DA ABÓBADA JUNTO À ESTAÇÃO DO INMET–CENTRO POLITÉCNICO–UFPR

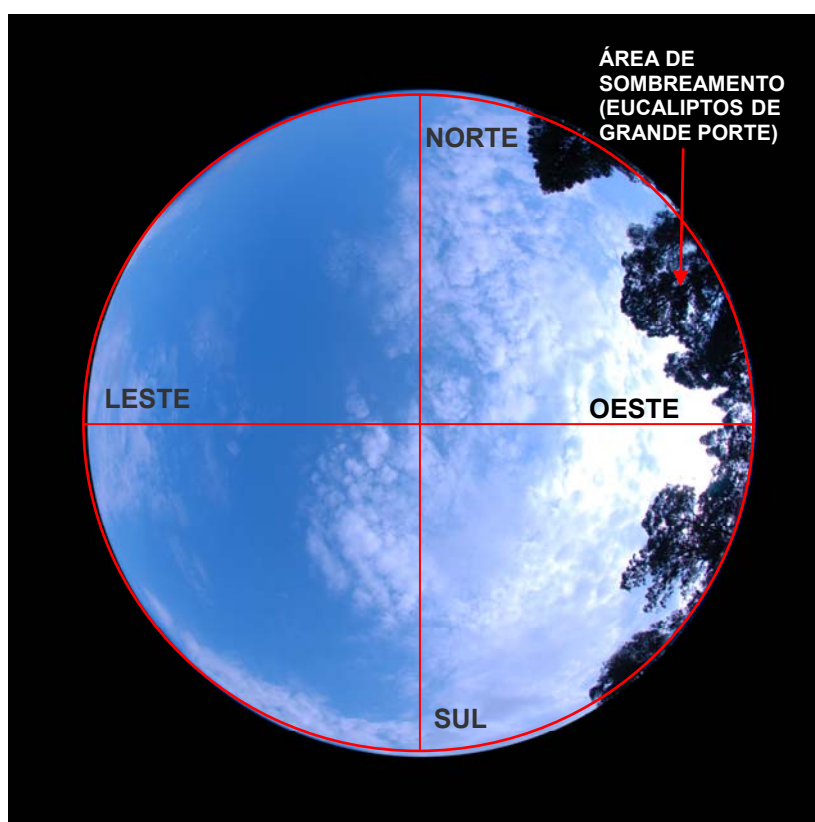
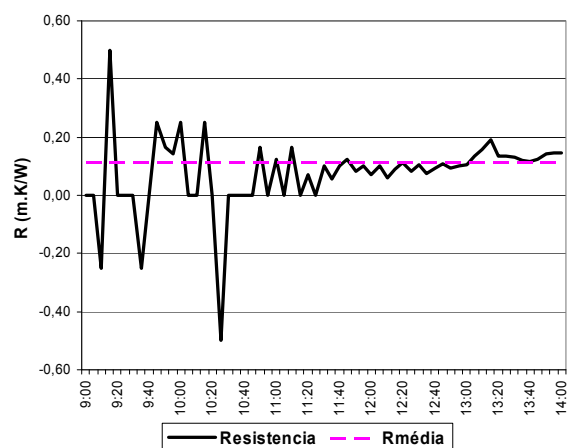


FOTO 44 – VISTA DA ABÓBADA JUNTO AOS PROTÓTIPOS–UFPR CAMPUS CURITIBA - BAIRRO ECOVILLE

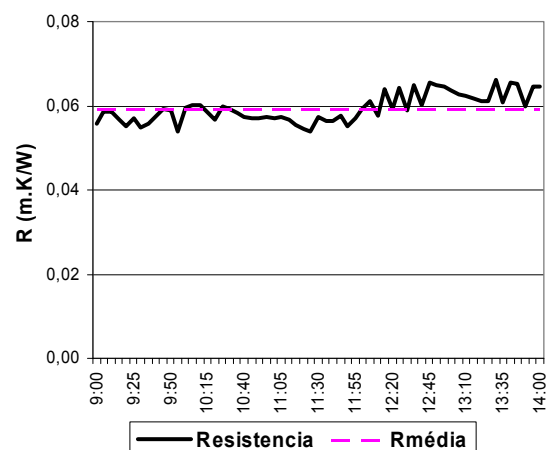
Com os dados de temperatura superficial e fluxo de calor em cada horário, pode-se determinar os valores da resistência térmica de cada painel.

Os Gráficos 18A–E, exemplificam a resistência térmica para os diversos painéis de madeira avaliados. Por não se tratar de regime estacionário (condições reais de exposição), verificou-se grande variação da resistência térmica durante a medição, sendo esta acentuada para o painel Wall, que possui as duas placas cimentícias de cobrimento. No painel de aglomerado, houve inicialmente inversões no sentido do fluxo, o que acabou gerando resistências térmicas de valor negativo. No entanto, a partir de determinado horário, verificou-se certa estabilização dos valores medidos, possibilitando que se extraíssem valores médios de resistência e condutividade térmica.

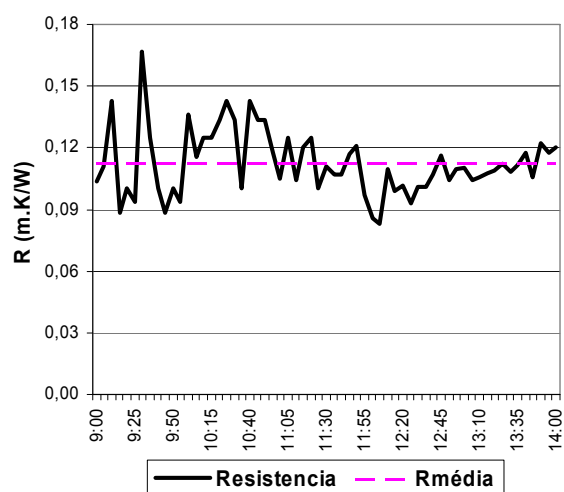
Para verificar a consistência dos dados, traçou-se um gráfico relacionando-se a densidade de massa do material empregado à sua resistência (GRÁFICO 19). Apesar de não se tratar do mesmo tipo de madeira em cada painel e das diversas características constitutivas dos painéis, nota-se a relação esperada, no caso, não linear, de aumento da resistência térmica com a diminuição da densidade do material.



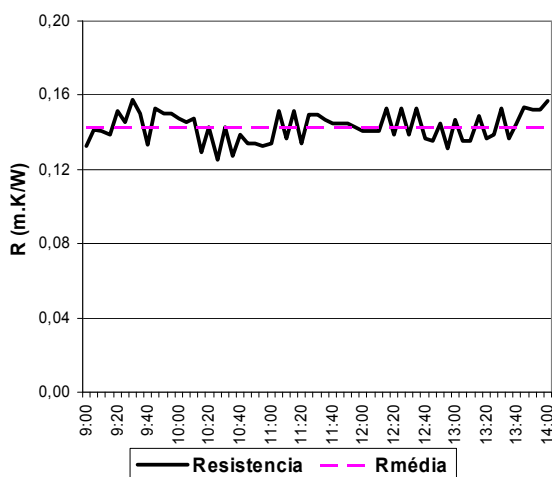
A - AGLOMERADO



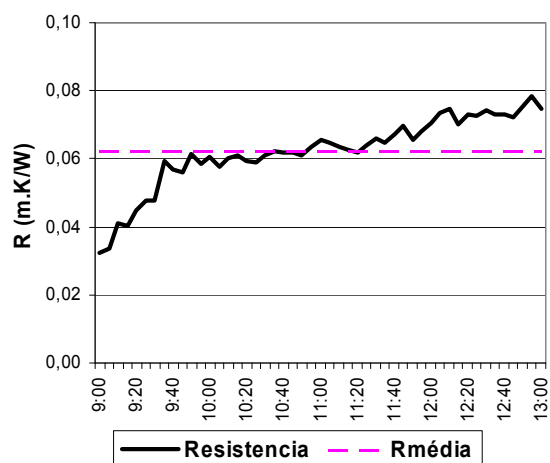
B - CIMENTO-MADEIRA



C - COMPENSADO



D - OSB



E - WALL

GRÁFICO 18 – RESISTÊNCIA TÉRMICA PARA OS PAINÉIS DE MADEIRA
 FONTE: DO AUTOR (2008)

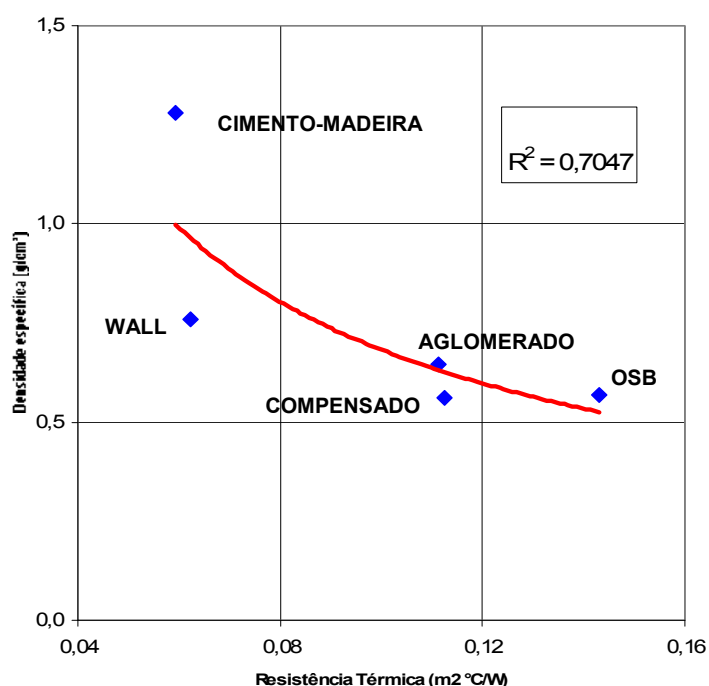


GRÁFICO 19 – RELAÇÃO DENSIDADE X RESISTÊNCIA DOS PAINÉIS
FONTE: DO AUTOR (2008)

Os dados obtidos para densidade (ρ) e condutividade (λ) foram analisados e comparados com valores da Norma de Desempenho Térmico de Edificações (ABNT-2005b, p.15), (TABELA 30).

TABELA 30 – DADOS OBTIDOS COMPARADOS À NORMA DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

	DENSIDADE OBTIDA	DENSIDADE ABNT	CONDUTIVIDADE OBTIDA	CONDUTIVIDADE ABNT
	$\rho(\text{kg/m}^3)$	$\rho(\text{kg/m}^3)$	$\lambda(\text{W/m.}^\circ\text{C})$	$\lambda(\text{W/m.}^\circ\text{C})$
AGLOMERADO	647	650-750	0,140	0,14 - 0,17
COMPENSADO	561	450-550	0,133	0,12 - 0,15
WALL	761	850-1000	0,642	0,2 - 0,65*
OSB	568	550-650	0,112	0,14
CIMENTO-MADEIRA	1280	850-1000 (denso)	0,289	0,20

*placas de cimento amianto

FONTE: DO AUTOR (2008)

Na maior parte dos casos, os valores encontrados no monitoramento de fluxo térmico ficaram dentro dos valores estabelecidos pela Norma.

Algumas discrepâncias puderam ser observadas, em especial quanto às

propriedades térmicas do painel em cimento-madeira. No entanto, neste caso, a densidade auferida foi superior aos valores encontrados na Norma NBR 15220-2. A maior densidade, neste caso, foi responsável pelo aumento da condutividade térmica.

A NBR-15520-5 da ABNT (2005, p. 2) estabelece que o método de Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico é aplicável somente se, durante a medição, as transferências de umidade forem desprezíveis. Este método será abordado na próxima seção (5.2.1)

Destaca-se que a medição do fluxo de calor foi realizada expondo-se os painéis de madeira a céu claro durante quase todo o dia. Limitações do método se devem à variação no fluxo de calor através dos painéis e ao fato do monitoramento desses painéis não ter sido realizado simultaneamente devido à limitação no número de equipamentos disponíveis para a pesquisa.

Os dados de resistência dos materiais foram analisados através do software Minitab (www.minitab.com, versão 14), obtendo-se os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação²³ das distribuições para cada painel (TABELA 31).

Note-se que as resistências obtidas (em intervalos de cinco em cinco minutos) do aglomerado apresentam um enorme grau de dispersão se comparadas ao grau de dispersão dos demais materiais, pois indicam um coeficiente de variação de 169,93%. As resistências do OSB em contrapartida, apresentam-se em uma distribuição com maior homogeneidade, pois seu coeficiente de variação é de 5,57%. Tais diferenças se devem às condições obtidas durante o monitoramento. Como o fluxo de calor e, por consequência, a resistência, é diretamente proporcional

²³ O coeficiente de variação (Cv), expresso em porcentagem, é uma medida de dispersão que compara diferentes distribuições (com diferentes médias), ao passo que o desvio padrão é uma medida de dispersão relativa à média de uma determinada distribuição. O Cv é determinado através da divisão do desvio padrão pela média de uma distribuição:

$$C_v = \frac{\sigma}{\mu}$$

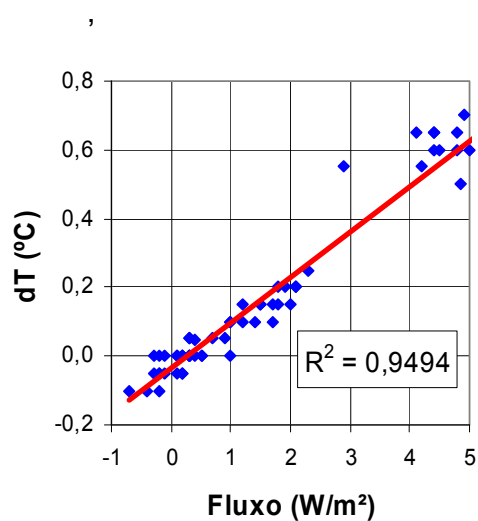
à diferença de temperatura entre as superfícies externa e interna do painel, se esta for muito baixa, próxima à zero, pode haver um fluxo térmico oscilante para dentro e para fora do ambiente, o que acaba gerando um C_v alto.

TABELA 31 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESISTÊNCIAS ENCONTRADAS PARA CADA PAINEL

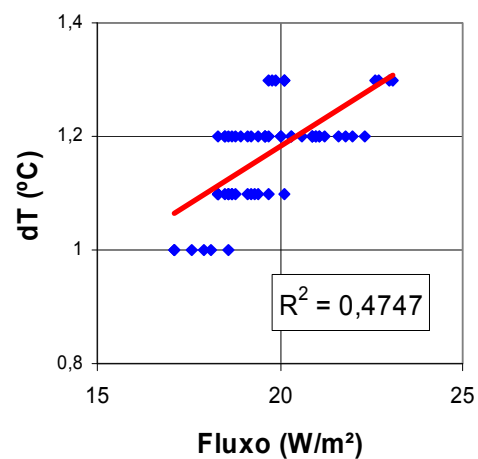
PAINEL	RESISTÊNCIA MÉDIA (m ² K/W)	DESVIO PADRÃO (σ)	C_v	MÍNIMO	MÁXIMO	VARIAÇÃO
Aglomerado	0,0826	0,1403	169,93	-0,500	0,500	1,000
Cimento-madeira	0,0594	0,0034	5,72	0,054	0,066	0,012
Compensado	0,1123	0,0160	14,20	0,083	0,167	0,084
OSB	0,1430	0,0080	5,57	0,125	0,158	0,033
Wall	0,0663	0,0126	18,97	0,033	0,086	0,053

FONTE: DO AUTOR (2008)

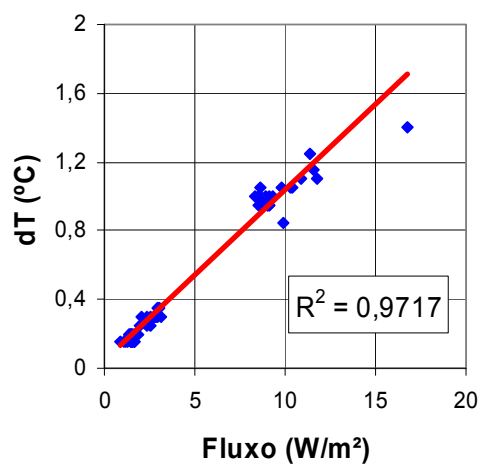
Os Gráficos 20A – E, abaixo mostram a relação entre o fluxo térmico que atravessou cada painel e a diferença de temperatura entre as faces do painel durante o período de monitoramento.



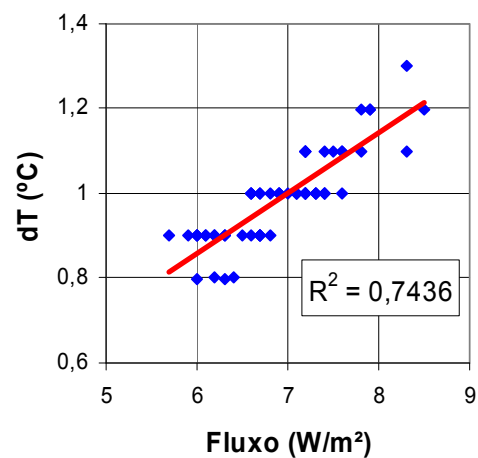
A - AGLOMERADO



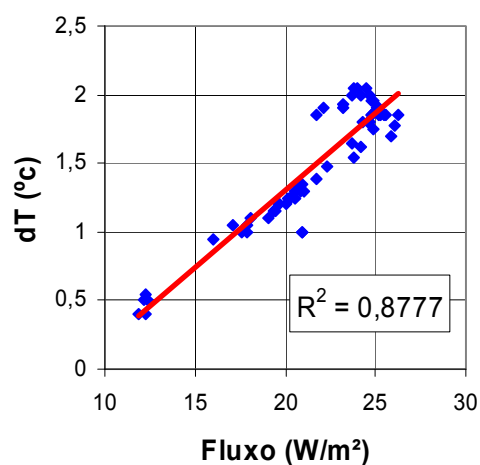
B – CIMENTO-MADEIRA



C - COMPENSADO



D – OSB



E - WALL

GRÁFICO 20 - RELAÇÃO ENTRE FLUXO TÉRMICO E DIFERENÇA ENTRE TEMPERATURAS SUPERFICIAIS PARA OS PAINEIS DE MADEIRA PESQUISADOS

FONTE: DO AUTOR (2008)

Os gráficos mostram que há uma relação inequívoca entre os Cvs obtidos e ao padrão das diferenças entre temperaturas superficiais na data da medição de cada painel. Os coeficientes de determinação R^2 foram em geral altos. Verifica-se que, no caso do painel de cimento-madeira, a pouca variação da diferença entre temperaturas superficiais para o painel acarretou baixo valor.

Para melhor comparar o comportamento das resistências dos diversos materiais foi aplicada a técnica estatística denominada ANOVA²⁴.

Verificou-se a hipótese de existência de similaridade entre as médias das distribuições. Através do software Minitab foi possível avaliar e rejeitar esta hipótese, pois os testes de Bartlett (distribuições normais) e Levene (quaisquer distribuições contínuas) retornaram um p-valor igual a 0 (menor que 5%) – (FIGURA 48). Ou seja, cada painel apresenta características próprias, diferenciadas entre si.

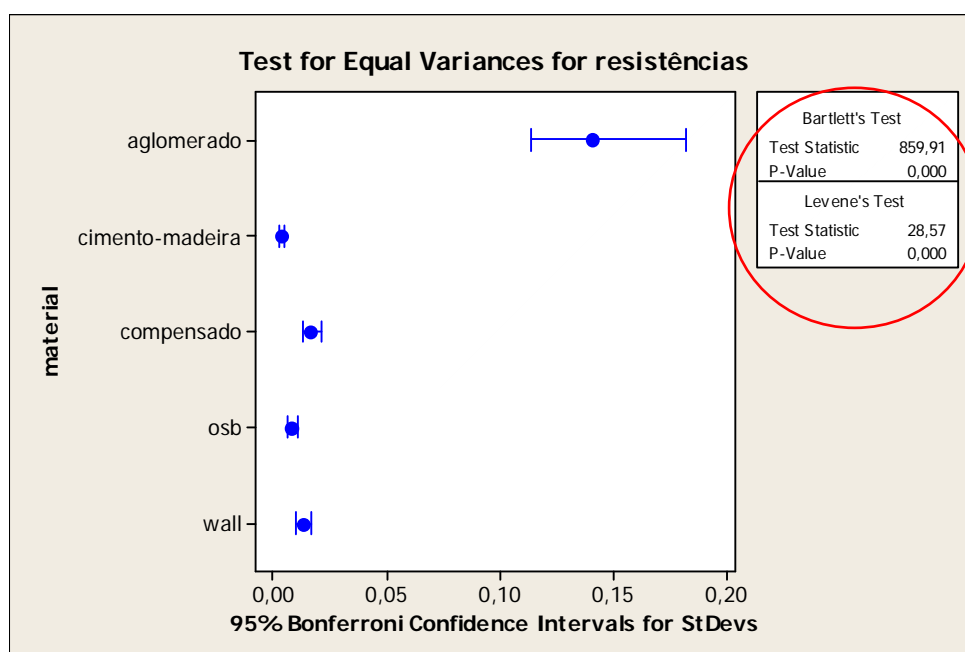


FIGURA 48 – TESTE DE HOMOGENEIDADE ENTRE AS AMOSTRAS
FONTE: MINITAB (2008)

Quando a técnica da Análise de Variância aponta para a rejeição da

²⁴ A Análise de Variância ou ANOVA é uma técnica estatística desenvolvida por R. A. Fischer que compara a variabilidade entre as médias amostrais de diferentes distribuições e a variação dentro de cada distribuição.

hipótese de igualdade entre as médias das distribuições, a análise precisa ser complementada pela aplicação de um teste de comparação múltipla, a fim de se levantar quais as médias que são diferentes das demais. No caso deste estudo, o teste de Tukey foi adotado para comparar as médias duas a duas.

Os resultados estão representados para intervalos de confiança simultâneos de 95%, com nível de confiança individual de 99,33%. Abaixo, são apresentadas as comparações desses intervalos. Note-se que, como o painel adotado para comparação assume o valor de referência nulo, haverá semelhança entre as amostras apenas quando as demais apresentarem seus respectivos intervalos cortando o eixo referente ao valor zero (nulo).

A comparação do painel Wall com os demais painéis de madeira, apresentou o seguinte resultado (TABELA 32):

TABELA 32: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO PAINEL WALL

PAINEL	VALOR INFERIOR	VALOR MÉDIO	VALOR SUPERIOR
Aglomerado	-0,01510	0,01630	0,04769
Cimento-madeira	-0,03828	-0,00689	0,02451
Compensado	0,01467	0,04607	0,07746
OSB	0,04533	0,07672	0,10812

FONTE: DO AUTOR (2008)

As imagens abaixo mostram através de Gráficos, fornecidos pelo próprio programa Minitab, as comparações entre os diversos painéis de madeira para o Teste de Tukey.

Note-se que, em relação ao painel Wall, somente o aglomerado e o painel de cimento-madeira apresentaram seus respectivos intervalos cortando o eixo referente ao valor zero (nulo), portanto houve semelhança entre as amostras (TABELA 32 e GRÁFICO 21). Enquanto o aglomerado e o cimento-madeira apresentaram semelhanças com o painel Wall, o compensado e o OSB apresentaram diferenças em relação ao mesmo.

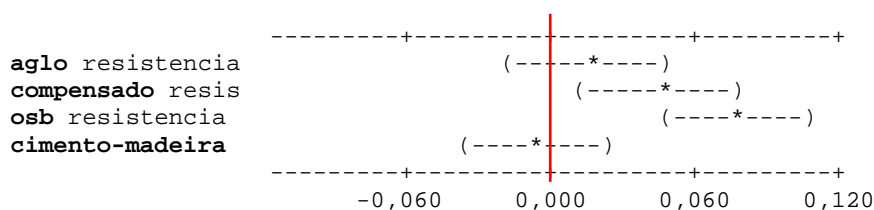


GRÁFICO 21 – GRÁFICO DE DADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA (TESTE COMPARATIVO DE TUKEY) PARA O PAINEL WALL

FONTE: MINITAB (2008)

Em relação ao painel aglomerado, somente o painel de cimento-madeira apresentou seus respectivos intervalos cortando o eixo referente ao valor zero (nulo), portanto houve semelhança entre as amostras (TABELA 33 e GRÁFICO 22).

TABELA 33: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA DO PAINEL AGLOMERADO

PAINEL	VALOR INFERIOR	VALOR MÉDIO	VALOR SUPERIOR
Compensado	-0,00163	0,02977	0,06117
OSB	0,02903	0,06043	0,09182
Cimento-madeira	-0,05458	-0,02318	0,00822

FONTE: DO AUTOR (2008)

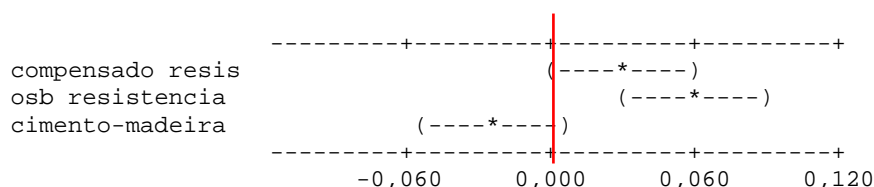


GRÁFICO 22 – RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL AGLOMERADO

FONTE: MINITAB (2008)

Comparando-se o painel compensado ao painel OSB e ao painel de cimento-madeira, deu-se leve semelhança entre as amostras de compensado e OSB (TABELA 34 e GRÁFICO 23).

TABELA 34: RESULTADOS PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO PAINEL COMPENSADO

PAINEL	VALOR INFERIOR	VALOR MÉDIO	VALOR SUPERIOR
OSB	-0,00074	0,03066	0,06205
Cimento-madeira	-0,08435	-0,05295	-0,02156

FONTE: DO AUTOR (2008)

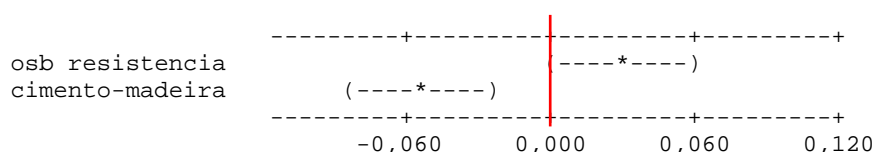


GRÁFICO 23 - RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL COMPENSADO
FONTE: MINITAB (2008)

A Tabela 35 e Gráfico 24 compara o painel OSB e o painel cimento-madeira. A comparação não apresentou seus respectivos intervalos cortando o eixo referente ao valor zero (nulo), portanto não houve semelhança entre as amostras.

TABELA 35: RESULTADO PARA OS DADOS DE RESISTÊNCIA DO PAINEL OSB

PAINEL	VALOR INFERIOR	VALOR MÉDIO	VALOR SUPERIOR
Cimento-madeira	-0,11500	-0,08361	-0,05221

FONTE: DO AUTOR (2008)

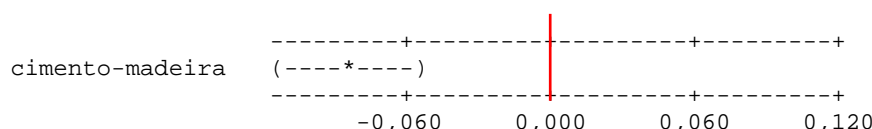


GRÁFICO 24 - RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY PARA O PAINEL OSB
FONTE: MINITAB (2008)

A partir dos resultados do teste de Tukey, é possível afirmar que existe semelhança entre as médias das resistências dos painéis:

- 1) Wall e aglomerado;
- 2) Wall e cimento-madeira;
- 3) Aglomerado e compensado;
- 4) Aglomerado e cimento-madeira;
- 5) Compensado e OSB.

Para as comparações das médias de distribuições não indicadas, existem diferenças estatisticamente significativas.

A semelhança entre Wall e aglomerado pode estar relacionada ao fato do painel Wall possuir na sua composição o miolo formado por lâminas de madeira,

coladas entre si.

A semelhança entre o Wall e o painel de cimento-madeira pode residir no fato de ambos possuírem em sua composição parte cimentícia. O painel Wall com o acabamento externo em ambas as faces em placas cimentícias e o painel de cimento-madeira com o cimento na composição da massa formadora do painel, como visto no item 3.1.4.

Os demais resultados semelhantes podem estar relacionados ao fato dos painéis exclusivamente de madeira apresentarem homogeneidade na sua composição ou quanto ao adesivo empregado para colagem das partículas. Observa-se, entretanto, que o intervalo de coincidência no Teste de Tukey (TABELAS 33 e 34 e GRÁFICOS 22 e 23) para esses pares (Aglomerado x Compensado; Aglomerado x Cimento-Madeira e Compensado x OSB) é pouco significativo.

Após tratamento dos dados (exclusão dos períodos de instabilidade nas medições de fluxo térmico, conforme visto nos Gráficos 16A – 16E, p. 181 - relacionados às resistências), calculou-se novamente, através do *software* Minitab, a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação das distribuições (TABELA 36) para o intervalo horário de 11:30h a 12:55h.

TABELA 36 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESISTÊNCIAS TÉRMICAS ENCONTRADAS PARA CADA PAINEL APÓS TRATAMENTO DOS DADOS

PAINEL	RESISTÊNCIA MÉDIA (m²K/W)	DESvio PADRÃO (σ)	CV	MÍNIMO	MÁXIMO	VARIAÇÃO
Aglomerado	0,1112	0,0298	26,78	0,056	0,190	0,134
Cimento-madeira	0,0594	0,0034	5,70	0,054	0,066	0,012
Compensado	0,1124	0,0159	14,17	0,083	0,167	0,083
OSB	0,1429	0,0079	5,50	0,125	0,158	0,033
Wall	0,0619	0,0105	16,99	0,033	0,078	0,046

FONTE: MINITAB (2008)

Note-se que, apesar do aglomerado continuar apresentando um maior grau de dispersão entre as demais distribuições, o seu coeficiente de variação (Cv) passou de 169,93% (TABELA 29) para 26,78% (TABELA 34). Nas demais distribuições não ocorreram mudanças significativas.

Ainda com relação à homogeneidade dos painéis, podem-se comparar os dados obtidos quanto a amplitude térmica média e a resistência térmica. A TABELA 37 e GRÁFICO 25 mostram a forte correlação entre a amplitude térmica média (ATM) de inverno (ATI) e de verão (ATV), e a resistência térmica (R), cujo coeficiente de determinação R^2 resultou em 0,81. Esses resultados são apresentados para os painéis homogêneos (com exceção do Wall, que contém placas cimentícias).

TABELA 37 – VALORES DE RESISTÊNCIA E AMPLITUDE TÉRMICA DOS PAINÉIS

	RESISTÊNCIA (m ² K/W)	AT-INVERNO	AT-VERÃO	AT-MÉDIA
Cimento-madeira	0,059	9,5	11,3	10,4
Aglomerado	0,111	8,9	10,8	9,9
Compensado	0,112	9,1	11,4	10,2
OSB	0,143	8,7	10,4	9,5

FONTE: DO AUTOR (2008)

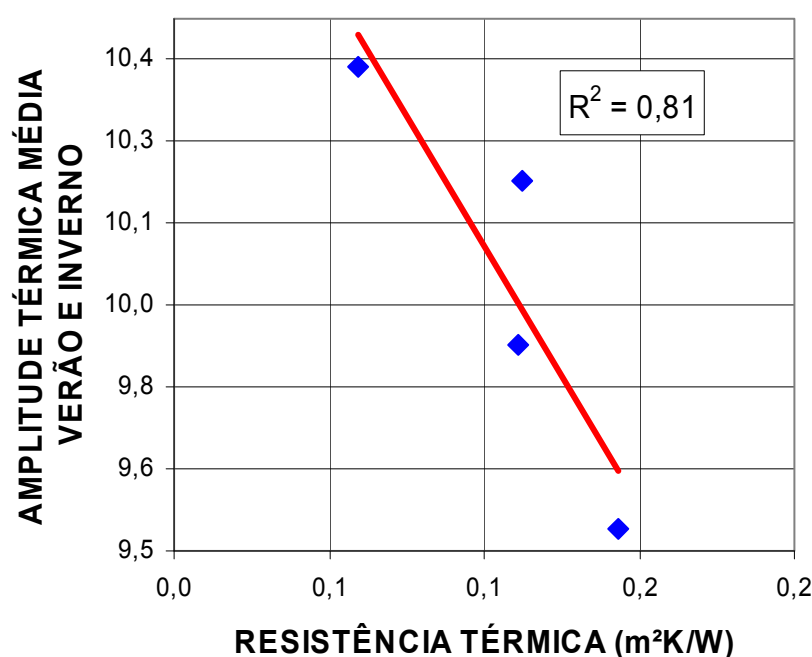


GRÁFICO 25 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA E AMPLITUDE TÉRMICA

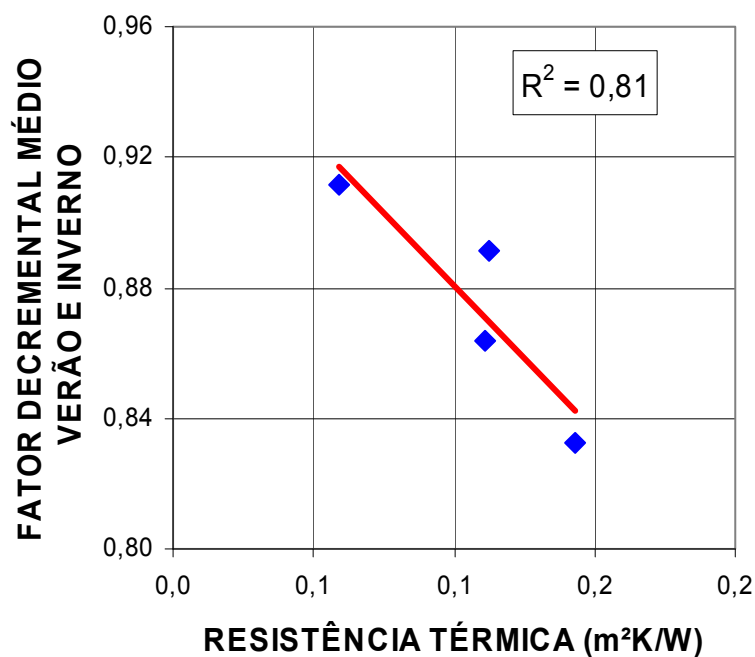
FONTE: KRÜGER *ET AL* (2008)

A Tabela 38 e Gráfico 26 mostram a forte correlação entre a média do fator decremental – inverno (FDI) e verão (FDV), e a resistência térmica, cujo coeficiente de determinação R^2 resultou em 0,81.

TABELA 38 – VALORES DE RESISTÊNCIA E FATOR DECREMENTAL DOS PAINÉIS

	RESISTÊNCIA (m²K/W)	FD-INVERNO	FD-VERÃO	FD-MÉDIA
Cimento-madeira	0,059	0,84	0,98	0,91
Aglomerado	0,111	0,79	0,94	0,86
Compensado	0,112	0,80	0,98	0,89
OSB	0,143	0,77	0,90	0,83

FONTE: DO AUTOR (2008)

GRÁFICO 26 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA E FATOR DECREMENTAL
FONTE: KRÜGER ET AL (2008)

5.2.1 MEDIÇÕES DO FLUXO TÉRMICO ATRAVÉS DOS PAINÉIS EM BANCADA EXPERIMENTAL - MÉTODO FLUXOMÉTRICO

Dentro do escopo da norma da ABNT, sob o título geral “Desempenho térmico de edificações”, são duas as partes que tratam de medições de fluxo térmico:

- 1) Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida (Projeto 02:135.07-001/4);
- 2) Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico (Projeto 02:135.07-001/5).

A parte 4 da norma de desempenho estabelece o método de determinação, em regime permanente, da resistência térmica e da condutividade térmica de materiais sólidos, usando-se uma aparelhagem denominada placa quente protegida. O método, no caso, se aplica para a medição, em regime permanente, da resistência térmica e da condutividade térmica de materiais sólidos ou granulares, compactados ou não.

A parte 5 apresenta o método de utilização de técnicas fluximétricas para medir a resistência térmica em regime estacionário através de corpos-de-prova na forma de placas planas, podendo-se deduzir por cálculo a condutividade térmica, caso os corpos-de-prova sejam constituídos de material homogêneo. O princípio adotado neste método baseia-se na medição da resistência térmica em regime permanente. Adota-se a seguinte seqüência:

- 1) Aplicação de uma densidade de fluxo de calor constante e através da zona central de medição de um (ou dois) fluxímetro(s) e da zona central de um (ou dois) corpo(s)-de-prova em forma de placa(s);
- 2) Determinação da densidade de fluxo de calor atravessando o(s) corpo-de-prova(s) a partir do sinal (f.e.m.) fornecido pelo(s) fluxímetro(s) e da(s) constante(s) de calibração do(s) fluxímetro(s), após validação das condições de regime permanente; e
- 3) Cálculo da resistência térmica do(s) corpo-de-prova(s) pelo quociente da diferença de temperatura entre as faces do(s) corpo-de-prova(s) e da densidade de fluxo de calor.

Quanto ao fluxímetro, este compreende uma zona ativa, ou zona de medição, cercada de uma zona periférica servindo de suporte, com características térmicas similares. A parte ativa do fluxímetro é constituída de um sensor que produz um sinal (em geral f.e.m) proporcional à densidade de fluxo de calor que o atravessa. A lei de proporcionalidade, chamada curva de calibração, é normalmente, função da temperatura do fluxímetro.

Uma vez que os protótipos cujos painéis foram medidos estavam expostos

naturalmente às condições climáticas locais, realizou-se uma comparação com o método prescrito pelo Projeto de Norma 02:135.07-001-5 – Parte 5 – baseada na ISO 8301: 1991 e NFX10-025:1991.

Realizou-se os ensaios no Laboratório de Meios Porosos e Propriedades Termofísicas do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, no equipamento Condutivímetro Fluxiométrico (FIGURA 49 e FOTOS 45A - C), de acordo com a Norma Técnica ISO 8301- 1991: “*Standard Test Method for Stead-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of Heat Flow Meter Apparatus*”.

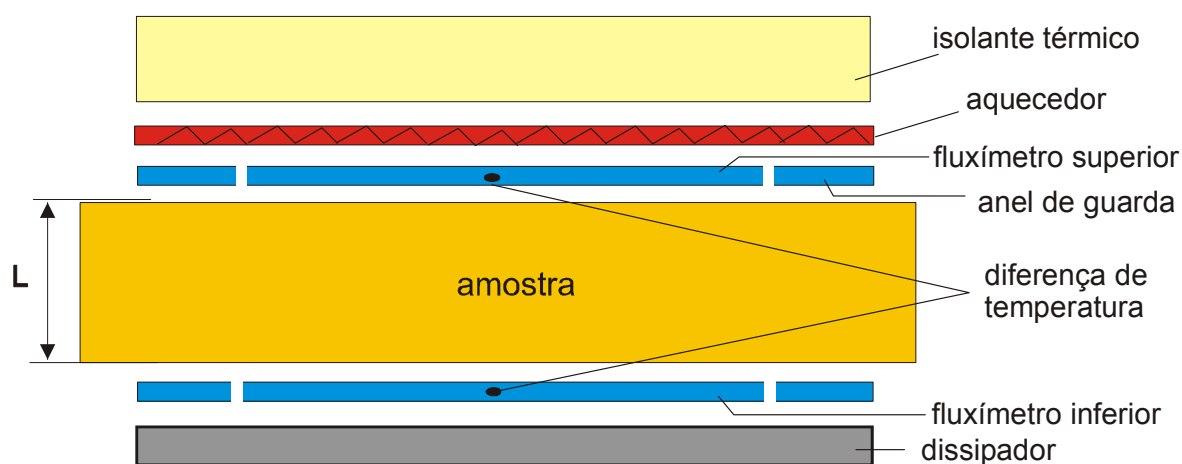
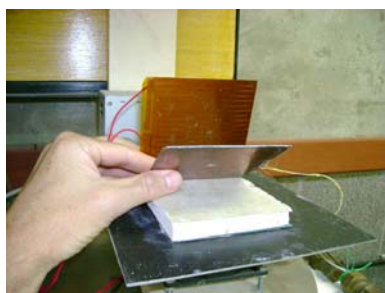


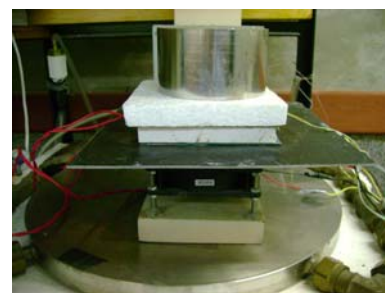
FIGURA 49 – PRINCÍPIO DO MÉTODO DE MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA
FONTE: LMPT (2008)



A



B



C

FOTO 45 – FOTOS DO EQUIPAMENTO CONDUTIVÍMETRO FLUXIOMÉTRICO
FONTE: LMPT (2008)

A resistência térmica é determinada a partir da lei de Fourier (EQUAÇÃO 23):

$$R = \frac{T_1 - T_2}{\left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right)} \quad [\text{m}^2 \text{ K/W}] \quad (23)$$

Sendo dados:

- 1) R - é a resistência térmica (m² K/W);
- 2) q₁ e q₂ - a densidade de fluxo de calor medido pelos fluxímetros 1 e 2 (W/m²) e;
- 3) T₁ e T₂ - as temperaturas superficiais da amostra medidas por termopares tipo T dispostos em arranjo diferencial.

Considerando que a amostra é homogênea, é possível determinar a condutividade térmica do material (λ) (EQUAÇÃO 24):

$$\lambda = \frac{L}{R} \quad [\text{W} / (\text{m K})] \quad (24)$$

Sendo:

- 1) λ - é a condutividade térmica (W/m K);
- 2) L - a espessura da amostra (m)

A Tabela 39 compara os dados obtidos nas medições realizadas no Laboratório da UFPR com os dados do ensaio realizado no LMPT da UFSC.

TABELA 39 – COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS MEDIDOS E OS DADOS DO LMPT.

	espessura da chapa (m)		resistencia (K/W)		condutividade térmica (W/mK)		Erro	Coeficiente de Variação
	medido UFPR	LMPT	dados - Ecoville	LMPT	dados - Ecoville	LMPT		
Wall	0,017	0,017	0,059	0,061	0,29	0,27	0,019	6,82
Cimento-madeira	0,040	0,040	0,062	0,174	0,64	0,23	0,412	179,00
OSB	0,016	0,016	0,143	0,120	0,11	0,13	-0,018	-13,89
Aglomerado	0,016	0,015	0,111	0,107	0,14	0,14	0,000	-0,13
Compensado	0,015	0,014	0,112	0,101	0,13	0,14	-0,007	-4,90

FONTE: DO AUTOR (2008)

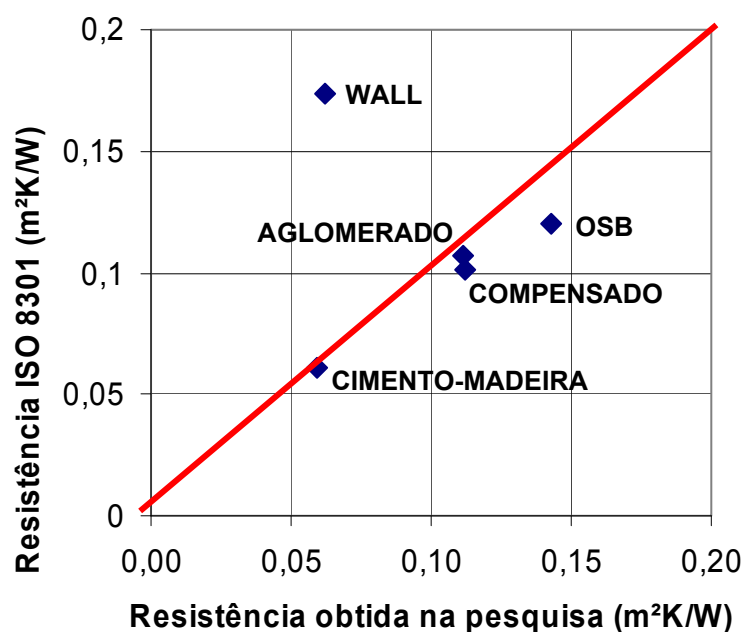


GRÁFICO 27 - RELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA TÉRMICA OBTIDA NA PESQUISA E RESISTÊNCIA TÉRMICA DETERMINADA PELO LMPT (ISO 8301: 1991)
 FONTE: DO AUTOR (2008)

A diferença maior foi verificada no protótipo Wall (GRÁFICO 27) cuja composição não permitiu que o fluxo se estabilizasse. Impedindo uma estimativa de sua resistência térmica.

5.3 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

5.3.1 SIMULAÇÃO DOS PROTÓTIPOS

As simulações de cada protótipo, com o *software* COMFIE, foram realizadas considerando-se a geometria; a orientação solar; as características dos materiais utilizados, tais como: os painéis de vedação empregados nas paredes, tipo de telha da cobertura, tipo de piso, isolamento térmico entre interior do protótipo e cobertura; acabamento externo; dados climáticos relativos ao período medido e, uma vez tendo-se determinado os fluxos térmicos através de cada painel, considerou-se, para a simulação, os valores de condutividade térmica (λ) obtidos na seção 5.2 (TABELA 28). Os dados considerados nas simulações podem ser vistos nos apêndices deste trabalho.

Os dados obtidos através modelos simulados foram comparados aos dados da medição. A Tabela 40 mostra as correlações entre os dados medidos e os dados obtidos na simulação de todos os protótipos, bem como o erro médio para todo o período de medição considerada – 03 a 08 de março de 2008 e também para os três últimos dias - 06 a 08 de março de 2008.

Extraíram-se as correlações entre os dados medidos e os dados resultantes das simulações e também as correlações entre os dados medidos e os dados externos, uma vez que as temperaturas internas nos protótipos e também as simuladas, devido à baixa inércia térmica dos mesmos, se aproximaram muito das temperaturas externas. Ainda assim, é esperada uma correlação maior entre os resultados da simulação e os dados medidos do que com os dados de temperatura externa, conforme os resultados obtidos.

Os resultados das correlações confirmam que se conseguiu chegar a um modelo de simulação bem próximo da situação real, para todos os protótipos. Essas correlações se mostraram melhores ainda nos três últimos dias, após atingimento do regime estacionário, com média de 0,993 para as correlações entre as temperaturas

medidas e simuladas e a média dos erros igual a 0,6.

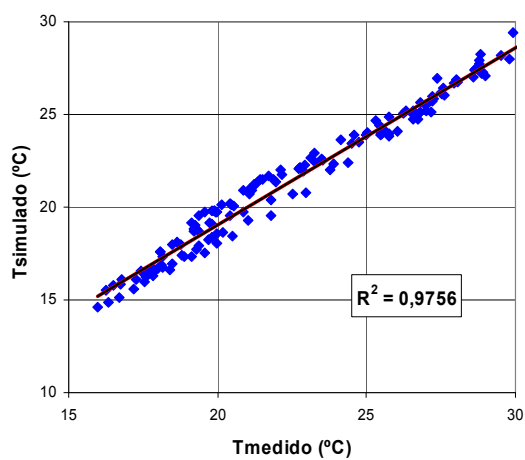
TABELA 40 – CORRELAÇÃO ENTRE TEMPERATURAS SIMULADAS E TEMPERATURAS MEDIDAS

PERÍODO	03 A 08 MARÇO DE 2008			06 A 08 MARÇO DE 2008		
PROTÓTIPO	CORRELAÇÃO	CORRELAÇÃO	ERRO MÉDIO	CORRELAÇÃO	CORRELAÇÃO	ERRO MÉDIO
	MEDIDO x SIMULADO	Text x SIMULADO		MEDIDO x SIMULADO	Text x SIMULADO	
Aglomerado	0,988	0,982	1,0	0,994	0,979	0,7
Cimento-madeira	0,987	0,965	0,9	0,995	0,958	0,7
Compensado	0,987	0,986	1,0	0,994	0,985	0,7
OSB	0,982	0,983	0,9	0,992	0,98	0,5
Wall	0,992	0,936	0,8	0,991	0,924	0,5
Média	0,987	0,970	0,9	0,993	0,965	0,6

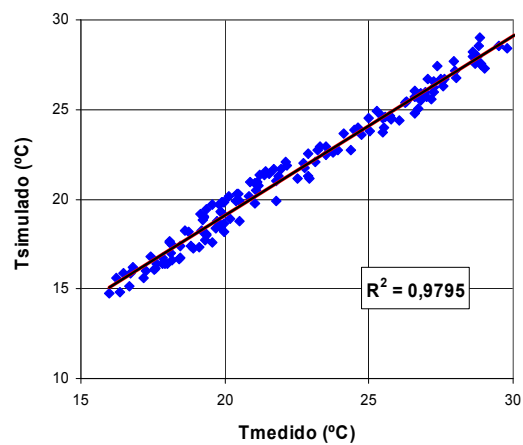
FONTE: DO AUTOR (2008)

Pelas médias da Tabela anterior pode-se perceber que os índices de correlação entre as temperaturas simuladas e as temperaturas medidas apresentaram-se maiores que os índices de correlação entre as temperaturas simuladas e as temperaturas externas, o que favorece os resultados da simulação relativamente à condição mais trivial (dados externos).

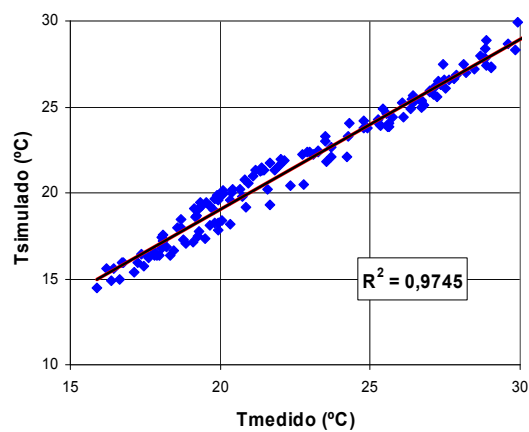
Os Gráficos de Dispersão abaixo (GRÁFICOS 28A – E), demonstram o quanto o modelo simulado no COMFIE conseguiu chegar próximo da situação real dos protótipos – coeficiente de determinação R^2 médio de 0,98.



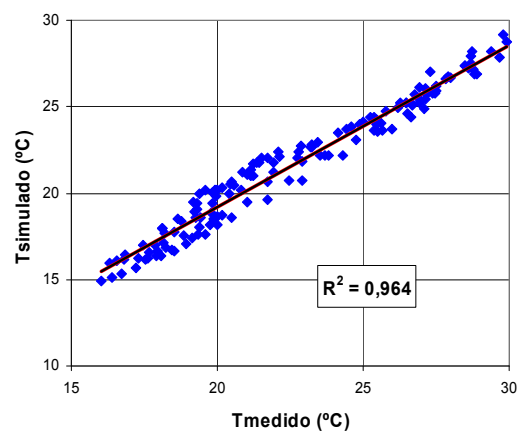
A - AGLOMERADO



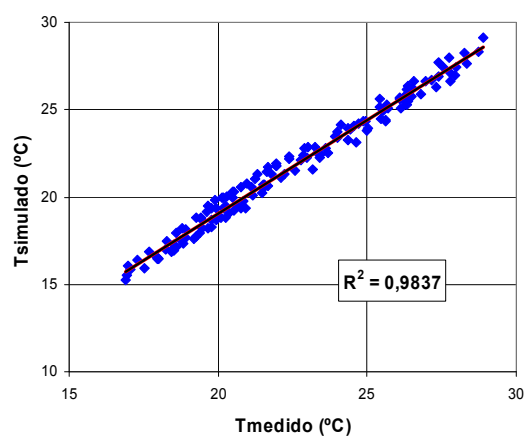
B – CIMENTO-MADEIRA



C - COMPENSADO



D - OSB



E - WALL

GRÁFICO 28 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO – DADOS DAS TEMPERATURAS DOS PROTÓTIPOS MEDIDOS E SIMULADOS

FONTE: DO AUTOR (2008)

Guyon *et al.* (1999) desenvolveram pesquisas com células teste entre os anos de 1997 e 1999. Os autores utilizaram programas de simulação bem como medições *in loco*. Para validação dos resultados, assim como nessa pesquisa, mediram a radiação solar global horizontal, a radiação solar difusa sobre uma parede vertical, a temperatura do ambiente, a velocidade e direção do vento, dentre outros dados. Para quantificar as diferenças entre as medições e a simulação, utilizaram de dados estatísticos, tais como: as temperaturas mínimas, médias, máximas; a diferença entre as máximas; a diferença entre as mínimas; erro médio; desvio padrão e o *Root Mean Square Error* – RMSE.

Na comparação dos dados obtidos nessa pesquisa, as Tabelas 41 e 42 mostram os dados estatísticos para a correlação entre os dados medidos e simulados; a correlação entre a temperatura externa e os dados simulados; o erro médio; o desvio padrão e o *Root Mean Square Error* – RMSE, para os períodos de 03 a 08 de março de 2008 e para o período de 06 a 08 de março de 2008.

TABELA 41 – DADOS ESTATÍSTICOS ENTRE OS VALORES DE TEMPERATURA MEDIDOS E SIMULADOS PARA O PROTÓTIPO, NO PERÍODO DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008, VERÃO

PERÍODO	03 A 08 MARÇO DE 2008				
PROTÓTIPO	CORRELAÇÃO	CORRELAÇÃO	ERRO MÉDIO	DESVPAD	ROOT MEAN SQUARE ERROR
	MEDIDO x SIMULADO	Text x SIMULADO		03 A 08	RMSE - 03 a 08
Aglomerado	0,988	0,982	1,0	0,6	1,2
Cimento-madeira	0,987	0,965	0,9	0,6	1,1
Compensado	0,987	0,986	1,0	0,6	1,2
OSB	0,982	0,983	0,9	0,7	1,2
Wall	0,992	0,936	0,8	0,5	0,9
Média	0,987	0,970	0,9	0,6	1,1

FONTE: DO AUTOR (2008)

TABELA 42 – DADOS ESTATÍSTICOS ENTRE OS VALORES DE TEMPERATURA MEDIDOS E SIMULADOS PARA O PROTÓTIPO, NO PERÍODO DE 06 A 08 DE MARÇO DE 2008, VERÃO

PERÍODO	06 A 08 MARÇO DE 2008				
PROTÓTIPO	CORRELAÇÃO	CORRELAÇÃO	ERRO MÉDIO	DESVPAD	ROOT MEAN SQUARE ERROR
	MEDIDO x SIMULADO	Text x SIMULADO		06 a 08	RMSE - 06 a 08
Aglomerado	0,994	0,979	0,7	0,6	0,7
Cimento-madeira	0,995	0,958	0,7	0,5	0,5
Compensado	0,994	0,985	0,7	0,5	0,4
OSB	0,992	0,980	0,5	0,7	0,6
Wall	0,991	0,924	0,5	0,5	0,2
Média	0,993	0,965	0,6	0,5	0,5

FONTE: DO AUTOR (2008)

O valor do *Root Mean Square Error* – RMSE é a média dos quadrados dos desvios. Engloba a medida de dispersão e do desvio padrão. Agrega a diferença média e o erro padrão em uma única estatística.

De acordo com Peuportier *et al.* (1994, p. 19), no verão, a simulação é executada para mais de 21 dias, mas os valores são integrados apenas ao longo de duas semanas, sendo a temperatura de início da simulação não equivalente ao do caso real – medido. Na simulação com o COMFIE, foram necessários os primeiros dias para que as temperaturas se estabilizassem melhorando a correspondência entre os dados medidos e os dados simulados – diminuindo a média do erro de 0,9 dos seis dias considerados, para 0,6 nos últimos três dias.

O fato das médias das correlações terem se apresentado em torno de 0.99 e da média do desvio padrão ter ficado em 0,5 se deve também a possíveis fenômenos físicos e simplificações na modelagem da simulação.

5.3.2 SIMULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASTELLAMARE A PARTIR DOS DADOS CLIMÁTICOS RELATIVOS AO PERÍODO MONITORADO DE VERÃO

A simulação da habitação de cunho social denominada Sistema Construtivo Castellamare com o software COMFIE foi realizada a partir dos dados climáticos

relativos ao período monitorado de verão – de 3 a 8 de março de 2008. Essa simulação apresentou os seguintes resultados: na troca dos materiais utilizados nas vedações das paredes, nenhum dos modelos simulados conseguiu amortecer tanto as temperaturas máximas como as mínimas diárias. A simulação do modelo Castellamare com os diversos painéis mostrou temperaturas internas que, tanto para as máximas diárias como para as mínimas diárias, apresentaram-se acima da temperatura externa (GRÁFICO 29). Este fato pode estar relacionado ao ganho térmico por radiação solar proveniente principalmente da cobertura (telha em fibrocimento e forro de madeira sem isolamento térmico conforme descrito na seção 4.8.1). De acordo com Güths (2004), “...parte da radiação absorvida pelo telhado é transmitida para o interior da edificação, e parte é perdida por convecção para o ambiente externo. A parcela transmitida é conduzida por convecção e radiação em direção a laje ou forro, sendo então dissipada por convecção para o interior da edificação.” As trocas radiantes são então, incorporadas às resistências térmicas das camadas de ar.

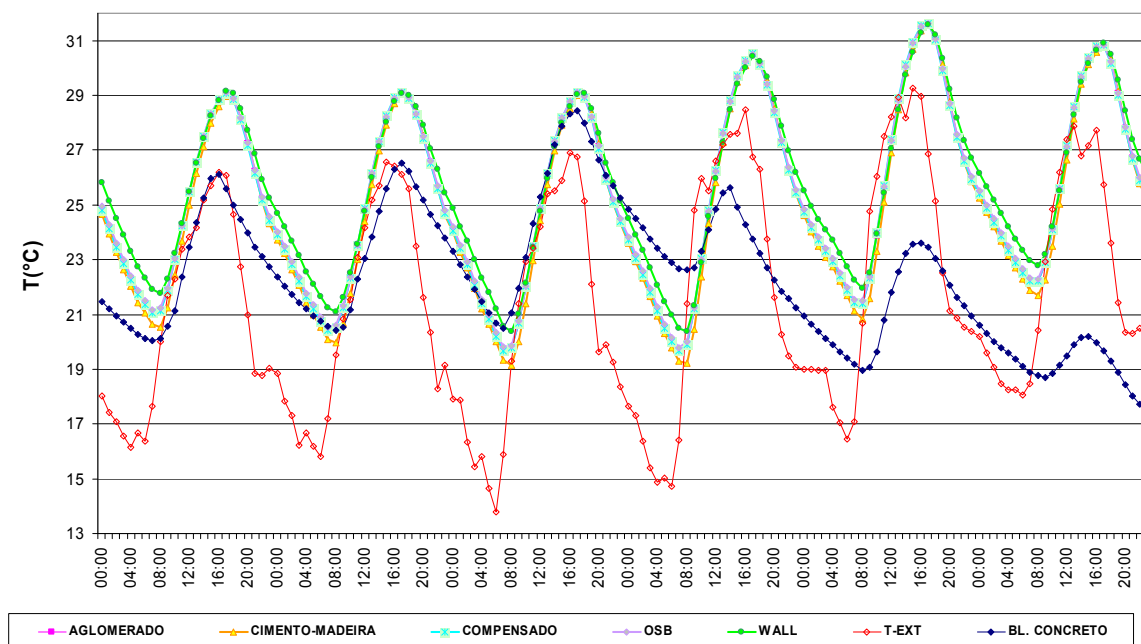


GRÁFICO 29 – DESEMPENHOS DOS PAINÉIS NA TROCA DOS MATERIAIS DE VEDAÇÃO DAS PAREDES DO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADOS NO COMFIE, NO PERÍODO DE 03 A 08 DE MARÇO DE 2008

FONTE: DO AUTOR (2008)

Com relação ao comportamento térmico, nota-se que, para as temperaturas máximas, a vedação com blocos de concreto (modelo original) apresentou melhor resultado comparativamente ao desempenho dos modelos com painéis de madeira. O Gráfico 30 mostra em detalhe o resultado dessa simulação para os três últimos dias – de 06 a 08 de março de 2008. Na simulação, para as temperaturas mínimas externas, os modelos com painéis de madeira conseguem manter as temperaturas mínimas internas acima do modelo original em blocos de concreto e dentro da faixa de temperatura considerada como sendo de conforto – entre 18°C a 29 °C (GIVONI, 1976).

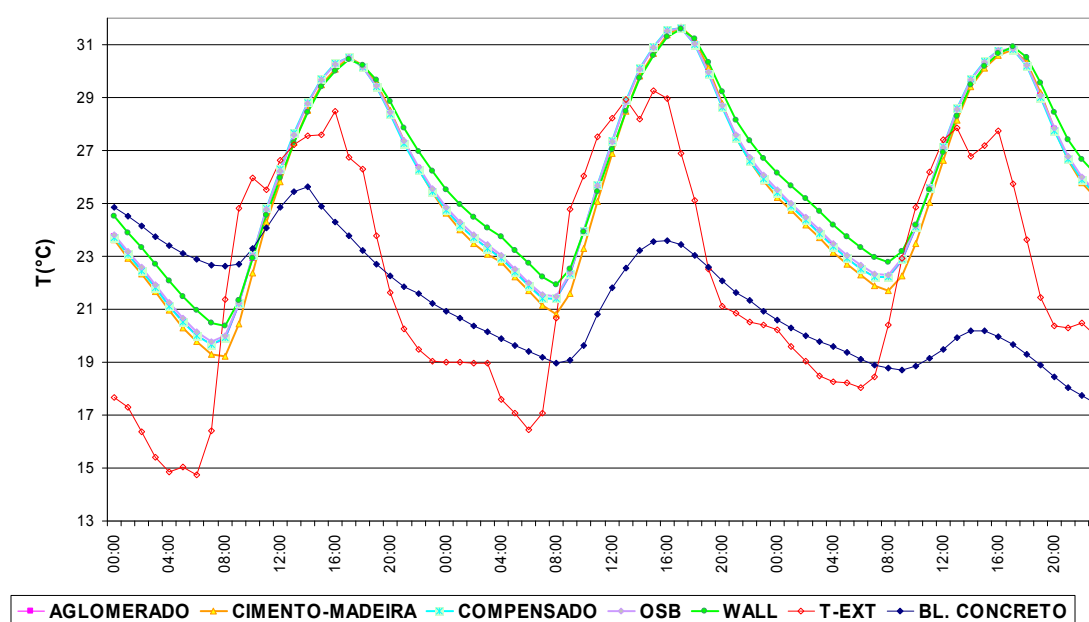


GRÁFICO 30 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS NA TROCA DOS MATERIAIS DE VEDAÇÃO DAS PAREDES DO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADOS NO COMFIE, NO PERÍODO DE 06 A 08 DE MARÇO DE 2008

FONTE: DO AUTOR (2008)

Após a realização das simulações, com troca dos materiais de vedação do Sistema Castellamare, os valores encontrados para as temperaturas máximas, mínimas e para amplitude são apresentados na Tabela 43. O modelo com blocos de concreto apresentou a menor amplitude térmica (7,0 K) dentre os modelos simulados. Em segundo, ficou o modelo simulado com painéis OSB (8,4 K) e em

seguida o modelo simulado com painéis Wall (8,9 K). Apesar da inversão na classificação entre OSB e Wall com relação à simulação dos protótipos e com relação aos resultados das medições in loco, nota-se que foram sempre os dois tipos de painéis de madeira – Wall e OSB, que se classificaram com o melhor comportamento térmico.

TABELA 43 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDES TÉRMICAS DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE SIMULADAS NO COMFIE PARA O VERÃO

PROTÓTIPO	Média TMÍN (°C)	Média TMÁX (°C)	AMPLITUDE TMÁX – TMÍN (K)
Sistema Castellamare - blocos de concreto	21,8	28,8	7,0
Wall	21,7	30,0	8,4
OSB	21,1	30,0	8,9
Aglomerado	21,0	30,0	9,0
Compensado	21,0	30,0	9,0
Cimento-madeira	20,6	30,0	9,4
T _{EXTERNA}	15,8	27,6	11,7

FONTE: DO AUTOR (2008)

Comparando-se as temperaturas médias, as diferenças entre as temperaturas máximas externas e internas, a simulação do Sistema Castellamare apresentou os seguintes resultados (TABELA 44): com relação às temperaturas máximas, a simulação resultou que todos os modelos simulados apresentaram a média das temperaturas máximas internas acima das temperaturas máximas externas. O modelo que apresentou o melhor desempenho quando simulado no COMFIE para o período de verão foi o modelo original – Sistema Construtivo Castellamare, em blocos de concreto.

TABELA 44 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS OBTIDAS NA SIMULAÇÃO DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE PARA O PERÍODO DE VERÃO (°C)

PROTÓTIPO	Tintmín - Textmín	Textmáx – Tintmáx
Sistema Castellamare - blocos concreto	3,9	2,4
Wall	5,6	-2,5
OSB	5,0	-2,5
Cimento-madeira	4,4	-2,5
Compensado	4,9	-2,5
Aglomerado	4,9	-2,5

FONTE: DO AUTOR (2008)

Analisando-se o fator decremental (TABELA 45), na simulação do sistema Castellamare, os modelos que apresentaram os melhores resultados foram: o modelo original com vedação em blocos de concreto (0,46 K), seguido do modelo com painéis de vedação Wall (0,74 K) e o modelo com painéis OSB (0,78 K), confirmando os resultados já obtidos na simulação dos protótipos e nas medições in loco.

TABELA 45 – VALORES DO FATOR DECREMENTAL OBTIDOS NA SIMULAÇÃO DA HABITAÇÃO MODELO SISTEMA CASTELLAMARE PARA O PERÍODO DE VERÃO

PROTÓTIPO	FATOR DECREMENTAL (μ)
Sistema Castellamare - blocos concreto	0,46
Wall	0,74
OSB	0,78
Compensado	0,79
Aglomerado	0,79
Cimento-madeira	0,83

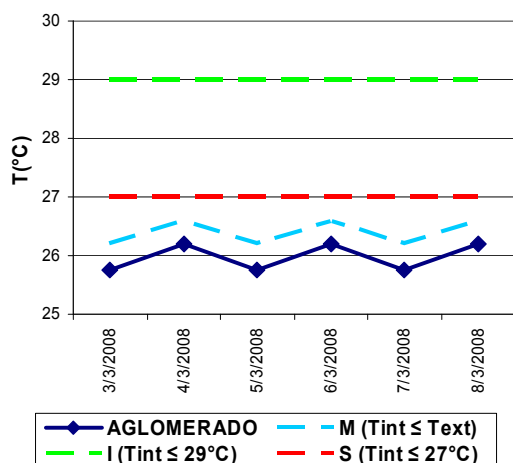
FONTE: DO AUTOR (2008)

Aplicando-se os critérios definidos pelo Projeto de Norma Brasileiro (02:136.01.001, p. 24, 2004), analisando-se os valores máximos diários da temperatura do ar interior, obteve-se para todos os materiais simulados temperaturas máximas diárias internas inferiores a 27,0°C, obtendo-se, portanto o critério de desempenho S (QUADRO 7). Note-se, no entanto, que a temperatura máxima externa ficou acima da temperatura máxima de um dia típico de verão estabelecido por Goulart *et al.* (1998, p.68 - 71), TBS em torno de 22,6 – 23,8°C, e abaixo do valor estabelecido pelo próprio projeto de norma como sendo de 31,4°C, para a cidade de Curitiba.

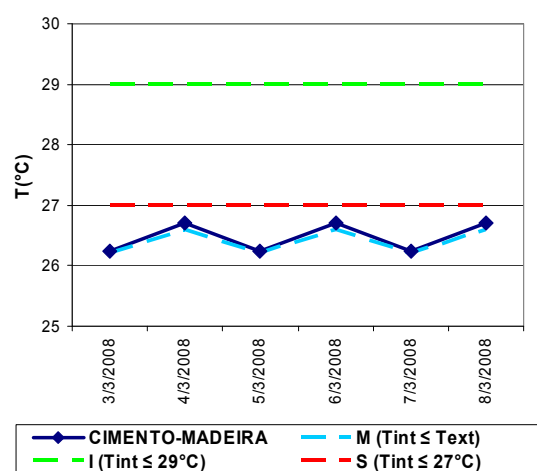
Tipo de Vedação das paredes simuladas no Sistema Castellamare	Nível de Desempenho segundo parâmetros Projeto de Norma ABNT – 02:136.01.001 (2002, p. 24)
Original – blocos de concreto	S
Aglomerado	S
Cimento-madeira	S
Compensado	S
OSB	S
Wall	S

QUADRO 7 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS DE MADEIRA SIMULADO NO SISTEMA CASTELLAMARE, SEGUNDO O PROJETO DE NORMA ABNT – 02:136.01.001
FONTE: DO AUTOR (2008)

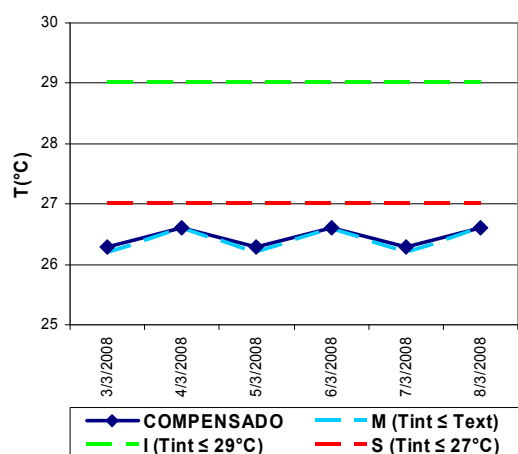
Os Gráficos 31A – E, comparam as temperaturas máximas internas obtidas para as diversas simulações feitas com o COMFIE para o Sistema Castellamare nas trocas dos materiais empregados nas vedações das paredes, e os critérios estabelecidos pelo Projeto de Norma ABNT – 02.136.01.001, como visto anteriormente: M – mínimo; I – intermediário e S - superior. Observando-se os gráficos nota-se o melhor desempenho dos painéis OSB, Wall e aglomerado, em relação aos painéis de cimento-madeira e compensado, cujas temperaturas internas se apresentaram semelhantes às temperaturas externas, enquanto que os painéis OSB, Wall e aglomerado apresentaram temperaturas internas menores que as externas.



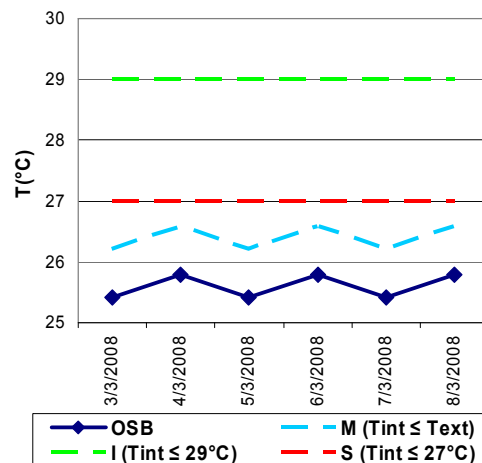
A - AGLOMERADO



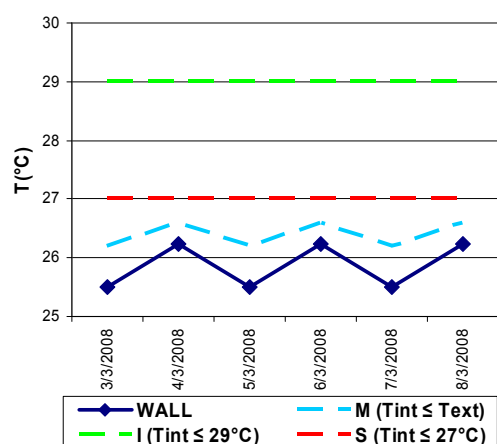
B - CIMENTO-MADEIRA



C - COMPENSADO



D - OSB



E - WALL

GRÁFICO 31 – TEMPERATURAS MÁXIMAS DIÁRIAS E PARÂMETROS DO PROJETO DE
NORMA ABNT – 02:136.01.001
FONTE: DO AUTOR (2008)

5.3.3 SIMULAÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASTELLAMARE COM O DIA TÍPICO 1% PARA CURITIBA

Considerando-se que: a simulação do Sistema Construtivo Castellamare a partir dos dados climáticos relativos ao período monitorado de verão foi montada com base nos dados obtidos nos dias monitorados no período de verão, e que, para este período, a temperatura máxima externa ficou abaixo da temperatura considerada pela Norma como sendo de um dia típico de verão, decidiu-se montar novo arquivo climático. Para a montagem desse arquivo, foram considerados os dados relativos aos valores horários das características do dia típico de nível 1% para o período de verão – data de referência: 28/01 (GOULART *et al.*, 1998, p. 68), citado na seção 2.7. Foi montada uma semana com dados climáticos repetidos dia a dia, para os 7 primeiros dias – do total de 14 dias da estação de verão.

Como os dados de Goulart *et al.* (1998, p.93) para um dia típico de nível 1% para o período de verão mostram apenas os dados de: Temperatura de Bulbo Seco – TBS (°C); Temperatura de Bulbo Úmido – TBU (°C); Umidade Relativa – UR (%); Velocidade do Vento – VV (m/s); Direção do Vento / Freq. – DV/FREQ (graus/°); Taxa de Nebulosidade – TN (0 – 10) e Conteúdo de Umidade – Cont. U (g/kg), e o COMFIE trabalha com dados de radiação – global em plano horizontal; difusa e direta, foi necessário calcular esses valores.

A obtenção dos valores de radiação – global em plano horizontal; difusa e direta baseou-se nos estudos de Kasten e Czeplak (apud KRÜGER *et al.*, 1999) que mostram um modelo de cálculo da nebulosidade a partir de dados de radiação global existente na presença de nuvens e radiação em condições de céu claro. Para tanto, partiu-se do modelo de Bird e Hulstrom (1991), para cálculo da radiação em condições de céu claro para o dia relativo ao dia típico de verão de nível 1% para Curitiba.

A Figura 54 (ANEXO F) mostra a planilha denominada “input” onde os dados referentes ao local desejado foram lançados.

Com o comando “run” passa-se para a segunda planilha denominada “output” (FIGURA 55, do ANEXO F) onde se obtêm os valores de radiação.

Lançou-se os dados da planilha denominada “output” em uma nova planilha do Excel (FIGURA 56, do ANEXO F), adotou-se os dados de nebulosidade (GOULART *et al.*, 1998, p. 80) citado nessa pesquisa na Tabela 3 (item 3.7). Esses dados foram transformados em oitavas, calculando-se então a radiação global em plano horizontal; a radiação difusa e a radiação direta para os dias nebulosos. Os resultados obtidos em W/m^2 foram convertidos para J/cm^2 (unidade adotada no COMFIE).

Estes foram então lançados em uma nova planilha, formatando a largura das colunas conforme modelo dos arquivos climáticos do COMFIE, já citado nessa pesquisa. A Figura 57 (ANEXO F) dá uma idéia da configuração final dos dados lançados no programa Excel. Este arquivo é salvo na extensão “prn” – texto formatado separado por espaços. Os dados foram então copiados e colados em arquivo SRY e salvos como DT3.

Com o novo arquivo climático DT3 – com o dia típico de verão, simulou-se, no COMFIE, todos os painéis de madeira para a habitação social – Sistema Castellamare. O Gráfico 32 compara o desempenho entre os painéis. Para as temperaturas externas mais elevadas, os painéis apresentaram praticamente o mesmo desempenho. Dentre os painéis de madeira simulados, o painel Wall conseguiu amortecer um pouco as temperaturas em relação aos demais painéis. Isto pode ter sido influenciado pela composição do painel – miolo laminado de madeira e em ambas as faces placa de madeira, interna e placa cimentícia externa, resultando em um painel de maior densidade específica ($760,96 \text{ kg/m}^3$) e maior massa térmica.

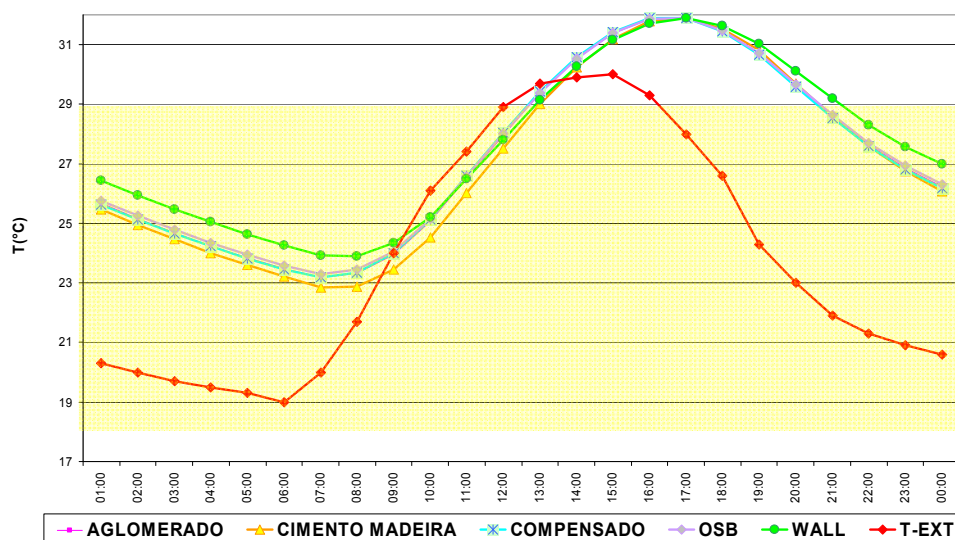


GRÁFICO 32 – DESEMPENHO DOS PAINÉIS DE MADEIRA PARA UM DIA TÍPICO DE VERÃO
FONTE: DO AUTOR (2008)

Analisando-se os valores de temperatura máxima, mínima e a amplitude do dia típico de verão, para cada tipo de painel avaliado, observa-se que (TABELA 46) as menores amplitudes foram apresentadas pelo painel Wall (8,0 K) seguido do OSB (8,6 K) corroborando resultados anteriores.

TABELA 46 – TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÁXIMAS E AMPLITUDE TÉRMICA REGISTRADAS NO DIA TÍPICO DE VERÃO

PROTÓTIPO	Média TMÍN (°C)	Média TMÁX (°C)	AMPLITUDE TMÁX – TMÍN (K)
Wall	23,9	31,9	8,0
OSB	23,3	31,9	8,6
Aglomerado	23,2	31,9	8,7
Compensado	23,2	31,9	8,7
Cimento-madeira	22,8	31,9	9,1
T _{EXTERNA}	19,0	30,0	11,0

FONTE: DO AUTOR (2008)

No caso das temperaturas máximas registradas durante o dia típico de verão simulado, no qual a temperatura máxima externa apresentou uma média de 30,0°C (TABELA 45), temperatura esta considerada desconfortável dentro dos parâmetros estabelecidos por Givoni (1992), todos os protótipos apresentaram, para o período monitorado, as médias das temperaturas máximas diárias acima deste parâmetro de

conforto – 18,0 a 29,0 °C (faixa amarela em destaque no GRÁFICO 30).

A Tabela 47 compara o amortecimento das temperaturas mínimas e máximas pelos materiais utilizados como vedações das paredes dos protótipos simulado para um dia típico de verão. Para as temperaturas máximas, o resultado da simulação para um dia típico de verão mostrou que todos os painéis apresentaram o mesmo desempenho apresentando, inclusive, temperaturas internas acima da temperatura externa.

TABELA 47 – AMORTECIMENTO DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS E MÁXIMAS DE UM DIA TÍPICO DE VERÃO (°C)

PROTÓTIPO	Tintmín - Textmín	Textmáx – Tintmáx
Wall	4,9	-1,9
OSB	4,3	-1,9
Aglomerado	4,2	-1,9
Compensado	4,2	-1,9
Cimento-madeira	3,8	-1,9

FONTE: DO AUTOR (2008)

A Tabela 48 apresenta o fator decremental de cada protótipo, com base na temperatura média de um dia típico de verão. Neste caso, o menor fator decremental apresentado foi para o painel Wall (0,73), seguido do painel OSB (0,78).

TABELA 48 – FATOR DECREMENTAL DE CADA PROTÓTIPO, COM BASE NA TEMPERATURA MÉDIA DE UM DIA TÍPICO DE VERÃO.

PROTÓTIPO	FATOR DECREMENTAL (μ)
Wall	0,73
OSB	0,78
Compensado	0,79
Aglomerado	0,79
Cimento-madeira	0,82

FONTE: DO AUTOR (2008)

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir do realizado pode-se concluir:

- No monitoramento dos protótipos realizado durante o período de inverno, a análise dos dados apontou melhor comportamento térmico, dentre os painéis de madeira pesquisados, tanto nas medições in loco, como nas simulações dos protótipos, e nas simulações da habitação Sistema Castellamare, para os painéis Wall e OSB.
- No monitoramento de verão, a análise dos dados corroborou resultados determinados no monitoramento de inverno, destacando-se com melhor comportamento térmico, dentre os painéis de madeira pesquisados, o protótipo com painéis Wall e na sequência o protótipo com painéis OSB, tanto nas medições in loco como na simulação dos protótipos e da habitação do Sistema Castellamare com o software COMFIE. Os protótipos com vedações em painéis de madeira avaliados apresentaram as temperaturas internas muito próximas das temperaturas externas, principalmente nas temperaturas máximas diárias, os materiais utilizados não conseguiram amortecer as temperaturas mais elevadas. Destaca-se o desempenho da alvenaria de tijolos cerâmicos, que apresentou tanto no inverno como no verão uma defasagem, com relação ao tempo, na transmissão da temperatura externa para o interior do protótipo. Este fato é resultante direto da sua massa térmica ser mais elevada em relação aos painéis de madeira.
- A relação das amplitudes térmicas pode ser significativa na avaliação do comportamento térmico dos edifícios em climas de elevada flutuação diária. Considerando que as temperaturas internas podem ser estabilizadas em um determinado intervalo, torna-se uma questão de adaptá-lo através de meios mecânicos ou passivamente

através de ganhos solares ou dispositivos de sombreamento – brises, vegetação, beirais. Baixas amplitudes térmicas podem significar que a edificação é capaz de diminuir este intervalo, com relação ao exterior. Dentre os painéis pesquisados, o painel Wall foi o que apresentou a menor amplitude térmica. No inverno, este resultado ficou muito próximo do apresentado pelo protótipo de alvenaria cerâmica.

- De maneira geral, as temperaturas mínimas diárias internas foram superiores às temperaturas externas, porém abaixo do protótipo de referência em alvenaria de tijolos cerâmicos. Este fato está diretamente relacionado à resistência térmica dos painéis avaliados, que varia entre 0,06 a 0,14 $\text{m}^2\text{K} / \text{W}$, cerca de metade da resistência de uma parede com alvenaria de tijolos cerâmicos rebocados em ambas as faces, cuja resistência varia entre 0,2 a 0,3 $\text{m}^2\text{K} / \text{W}$.
- Com relação aos painéis de madeira, com exceção do painel Wall, que apresenta o reforço das placas de cimento, os resultados apresentaram alta correlação entre a amplitude térmica (média entre inverno e verão) e a resistência térmica encontrada e entre o fator decremental (médio entre inverno e verão) e a resistência térmica.
- Os resultados da simulação de um modelo, de uma habitação com a substituição dos blocos de concreto – do modelo original, pelos painéis de madeira apresentaram os mesmos resultados das medições e da simulação dos protótipos em termos de comportamento térmico. O painel Wall e o painel OSB apresentaram melhor desempenho dentre os painéis avaliados.
- Os resultados das análises feitas revelaram que todos os tipos de painel de madeira avaliado apresentaram baixo desempenho térmico quando comparados ao material mais comumente empregado em construções de habitações de cunho social no Brasil, o de alvenaria de tijolos cerâmicos rebocados em ambas as faces. Entretanto, a

duplicação de painéis para vedação da parede poderia apresentar comportamento térmico comparável ao da alvenaria de tijolos cerâmicos, pois em algumas situações os painéis simples de madeira apresentaram resultados muito próximos aos apresentados pelo bloco cerâmico.

- Foi feita uma comparação das medições de fluxo de calor em exposição natural e pelo método fluximétrico (ISO 8301- 1991) para todos os painéis analisados. A partir dos resultados obteve-se a resistência térmica de cada um e da condutividade térmica dos materiais. Notou-se que ambos os métodos geraram resultados muito próximos, com exceção do painel Wall, que devido a sua maior resistência impediu que fluxo térmico, resultante da radiação solar direta e refletida pelo entorno, se estabilizasse.

Como recomendações finais, sugere-se alguns possíveis estudos para complementação dos resultados:

- 1) Estudo do fluxo térmico e do desempenho de protótipos com vedações de parede com painéis duplos de madeira e câmara de ar não ventilada;
- 2) Estudo do fluxo térmico e do desempenho de protótipos com vedações de parede com painéis duplos de madeira isolados com lâmina de Tetra Pak entre eles;
- 3) Estudo do fluxo térmico e do desempenho de protótipos com vedações de parede com painéis duplos de madeira isolados com camada de isopor entre eles, e;
- 4) Simular os mesmos painéis variando-se a espessura dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. Gestão habitacional e mutirão. In: MUTIRÃO HABITACIONAL, 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP/PCC, 1996, v. 1, p. 1-11.

_____. Tecnologias apropriadas em construção civil. In: FREIRE, W.J. e BERALDO, A.L. (Organizadores). **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 336p. Disponível em: < <http://alexabiko.pcc.usp.br/artigos/TecnologiasApropriadas.pdf>. > Acesso em: 09 de janeiro de 2008.

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente. Painéis de madeira fabricados no Brasil e suas particularidades. **Artigo técnico nº 1**. Disponível: em: < <http://www.abimci.com.br/sistadm/arquivos/21/Pain%C3%A9is%20de%20madeira%20fabricados%20no%20brasil.pdf> > acesso em: 29 de agosto de 2008.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220 – 1: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220 – 2: Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220 – 3: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR abcde-3: Chapas de fibras de média densidade. Parte 3: Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2004

_____. **Projeto de Norma 02:136.01.001: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Projeto de Norma 02:136.01.003: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 3: Pisos internos**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Projeto de Norma 02:136.01.004: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 4: Fachadas e paredes internas**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Projeto de Norma 02:136.01.005: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos. Parte 5: Coberturas**. Rio de Janeiro, 2004.

ACHÁ, E. F. A. **Estudo exploratório sobre um conjunto habitacional popular na cidade de Curitiba**. Curitiba, 1998. 122 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ADRIAZOLA, M. K. O. **Avaliação de desempenho térmico de salas de aulas do CEFET-PR, unidade de Curitiba**. Curitiba, 2002. 132 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

AKUTSU, M.; SATO, N. M. N.; PEDROSO, N. G. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares** – Manual de procedimentos para avaliação.

São Paulo: IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A., 1987.

AKUTSU, M.; VITTORINO, F. Proposta de procedimentos para avaliação do desempenho térmico de edificações condicionadas e não condicionadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE NORMALIZAÇÃO LIGADA AO USO RACIONAL DE ENERGIA E AO CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES, 1991, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1991.

ALVAREZ, C.E. de; VITTORINO, F., 1993. **Comportamento Térmico de Módulos em Madeira Implantados pelo Brasil na Antartica**. In: II Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Florianópolis – SC.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica**. 2002, 153p. 2ª edição. Disponível em: < <http://www3.aneel.gov.br/atlas/atlas2edicao/download.htm>. > Acesso em: 10 de janeiro de 2008.

ARAÚJO, V. M.D. Estudo da aplicabilidade da norma ISSO 7730 na avaliação das condições térmicas das edificações em Natal – RN. IN: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS – SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC – USP, 1998. Disponível em: < http://congr_tgpe.pccp.usp.br/anais/pg409a416.pdf. > Acesso em: 30 de abril de 2007.

ARRUDA, M. P. **Diretrizes para projeto arquitetônico de habitação de interesse social em Pinus produzida por mutirão**. Master Thesis – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brazil, 2000.

BARBOSA, J.C. **Caracterização e avaliação do fluxo produtivo de habitação em madeira de plantios florestais segundo indicadores de sustentabilidade** - Consumo de energia e resíduos gerados. São Paulo, 2003. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

BARBOSA, J.C.; INO, A.; SOUZA, A.D. **Consumo de energia na produção de painéis de vedação em habitação de interesse social em madeira**. In: Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. São Carlos - SP, Brazil, 2003.

BARBOSA, M. **Uma Metodologia para especificar e Avaliar o Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares**. Florianópolis, 1997. 307 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.

BARTH, F; CONTI, L. H. L.; VEFAGO, L. H. M.; PROVENZANO, T. L. **Habitação popular de interesse social com madeira de reflorestamento**. In: I Congresso Brasileiro sobre Habitação Social – Ciência e Tecnologia. 27-29 August. Florianópolis – SC, Brazil, 2003

BOGO, A.; PIETROBON, C. E.; BARBOSA, M. J.; GOULART, S.; PITTA, T.; LAMBERTS, R. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Relatório interno – 02/94. Florianópolis: Núcleo de Pesquisas em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994. Disponível em: <

<http://www.labee.ufsc.br/linhas.pesquisa/BIO.html.pdf>. > Acesso em: 28 de janeiro de 2008.

BOGO, A., 2003. **Avaliação de desempenho térmico de sistemas construtivos de paredes em madeira em habitações**. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído – III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações. Curitiba - PR, Brazil, 1253-1260.

BRITO, E.O; SAMPAIO, L.de C.; OLIVEIRA, J. do N; BATISTA, D. C. Chapas de madeira aglomerada utilizando partículas oriundas de madeira maciça e de maravalhas. **Scientia Forestalis**, n.72, p.17-21, dezembro de 2006.

CAMOUS, R.; WATSON, D. ***El habitat bioclimático: de la concepción a la construcción***. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1986.

CARCIOFI, B.; GUTHS, S.; LAURINDO, J. B. Uso de transferência de fluxo de calor no estudo da transferência de calor em alimentos embalados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, vol.22, n°3, p. 314-318, set.-dez, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612002000300020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 de janeiro de 2008.

CARVALHO, A. M.; LAHR, F. A. R. Painéis laminados estruturais, LVL. **Revista da Madeira**, Curitiba, edição especial – painéis: cresce presença no setor, p. 98-100, maio de 2003.

CARVALHO, A. C. de. **Estudo comparativo entre placas de argamassa armada com casca de arroz e tijolo cerâmico de oito furos para melhoria do desempenho térmico nas habitações de clima tropical continental**. Cuiabá, 2004. 98 p. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: <<http://www.pgfma.ufmt.br>>. Acesso em: 30 de abril de 2007.

CESAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente** – projeto conceitual. Florianópolis, 2002. 302p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC.

CHENG, B. K. **Predicting thermal performance of building design in Hong Kong: scale-model measurement and field study**. Hong Kong, 2004, 151p. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Filosofia na Arquitetura) - Universidade Chinesa de Hong Kong.

CHENG, V.; NG, E.; GIVONI, B. Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate. **Solar Energy**, v. 78, n. 4, p. 528-534, abril, 2005. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> >.

CORBELLA, O. D.; STANGENHAUS, C.R. **Características térmicas de materiais de construção usados no Rio de Janeiro** - Cadernos do PROARQ – 6. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.fau.ufrj.br>>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2007.

CONCÍLIO, V. P. **Mutirão habitacional: adequação de processos e sistemas construtivos**. São Paulo, 1998. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) – Universidade Politécnica de São Paulo.

CRUZ, E. G.; KOVACH, A. V. R.; MORALES, G. C.B.; GALLARDO, M.; GÓMEZ, R. G.; LAURENS, L. P.; BOHORQUEZ, E. T.; FLACÓN, R. **Desempenho térmico de la VBP-1: temperaturas características, factor decremental y retraso térmico.** Maracaibo - Venezuela: Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Diseño (IFAD), Univerdidad del Zulia, Núcleo Técnico de LUZ., 2008.

CURITIBA EM DADOS. IPPUC / BANCO DE DADOS, 2008. Disponível em: <http://ippucnet.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/Curitiba_em_dados_Pesquisa.asp>. Acesso em 10 agosto de 2008.

DELLA NOCE, L.G. **Parâmetros para projeto e controle da fabricação e montagem em canteiro de painéis de madeira.** São Paulo, 1996. Tese de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

DUMKE, E. M. S. **Avaliação do desempenho térmico em sistemas construtivos da Vila Tecnológica de Curitiba como subsídio para escolha de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social.** Curitiba, 2002. 231 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

EGAS, L.; INO, A. **Avaliação do ciclo de vida de um sistema de cobertura alternativo em madeira de *Pinus* mais sustentável para habitação social: Caso assentamento rural Pirituba II.** In: II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Campo Grande – MS, Brazil, 2, 531-541, 2007.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Resenha mensal do mercado de energia elétrica.** Ano I. Número 03. Dezembro de 2007. Disponível em: <<http://www.provedor.nuca.ie.ufrj.br/eletrobras/eletronico/eletronico.htm#>>. Acesso em: 09 de janeiro de 2008.

ETERNIT – Catálogo do produto - Paineis Wall. Disponível em <<http://www.etsnit.com.br>> acesso em 29 agosto 2008.

FANGER, P. O. **Termal confort.** 3 ed. reimp. Florida: Robert E. Krieger Publishing Company Inc., 1982.

FERREIRA, J.A.; FERREIRA, A.M.C.; DINIZ, F.B.; ZANNIN, P.HPT. Avaliação dos parâmetros de isolamento acústico de modelo de casa popular brasileira. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI) – ENCAC, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUC-PR, 2003. 1 CD-ROM.

FRANCISCO, M.; LEITE, T.; EGAS, L.; INO, A. **Análise da sustentabilidade da cadeia produtiva da madeira serrada de *pinus* para a produção de habitação social: Caso abrigo emergencial, assentamento rural Sepé Tiaraju (Serra Azul-SP).** In: II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Campo Grande – MS, Brazil, 521-530, 2007.

FRANÇA, E.; BAYEUX, G. **Favelas upgrading: a cidade como integração dos bairros e espaço de habitação.** Veneza: 8ª Mostra Internazionale di Architettura da Biennale di Venezia, 2002. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq027/arq027_00a.asp>. Acesso: em 26 de agosto de 2005.

FREITAS, E. L. H. de. **Como qualificar conjuntos habitacionais populares.** Brasília: Caixa Econômica Federal, 2004. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso: em 28 de dezembro de 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**: arquitetura, urbanismo. 4 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2000**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2002. Disponível em: < [http:// www.fjp.gov.br](http://www.fjp.gov.br)> . Acesso em: 20 de março de 2006.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2005**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2006. Disponível em: < [http:// www.fjp.gov.br](http://www.fjp.gov.br)> . Acesso em: 10 de agosto de 2008.

GAZETA DO POVO. **Temos tecnologia e dinheiro para conter aquecimento, diz relatório**. GAZETA DO POVO, Curitiba, 05 mai. 2007. Mundo. p. 22.

GIGLIO, T. G.F. **Avaliação do desempenho térmico de painéis de vedação em madeira para o clima de Londrina – PR**. Londrina, 2005. 170 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações) – Universidade Estadual de Londrina.

GIGLIO, T. G.F.; BARBOSA, M. J. Aplicação de métodos de avaliação do desempenho térmico para analisar painéis de vedação em madeira. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 91-103, jul./set. 2006. Disponível em: < [http:// www.antac.org.br/ambiente construido/pdf/revista/artigos/doc125164.pdf](http://www.antac.org.br/ambiente_construido/pdf/revista/artigos/doc125164.pdf) >. Acesso em: 30 de abril de 2007.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. 2. ed. reimp. London: Applied Science Publishers Ltd, 1976.

_____. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, vol. 18, no. 1, pp. 11-23, 1992.

GOULART, S.V.G.; BARBOSA, M.J.; BOGO, A.; PITTA, T. – Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. **Relatório interno n.º 02/92**, Núcleo de Pesquisa em Construção, UFSC, Florianópolis, SC., 1994. Disponível em < http://www.labeee.ufsc.br/linhas_pesquisa/BIO.html > acesso em 29 agosto de 2008.

_____. S.V.G.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras – 2. Ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1998. 345p. Disponível em < [www.labeee.ufsc.br/arquivo/publicacoes/dados climaticos](http://www.labeee.ufsc.br/arquivo/publicacoes/dados_climaticos) > acesso em 08 de junho de 2008.

GOLDEMBERG, J. Tecnologia apropriada. **Encontros com a Civilização Brasileira**, n. 3. Disponível em: <<http://eumatil.vilabol.uol.com.br/goldemberg.htm>> Acesso em: 09 de janeiro de 2008.

GONÇALVES, T. T.; CASTRO, E. M. de. Chapas de madeira reconstituída: classificação e processos de fabricação. **Revista da Madeira**, Curitiba, edição especial – Painéis: Cresce presença no setor, p.22-23, maio 2003.

GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. M. **Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal**. Lisboa: DGGE / IP-3E, 2004, p.52. Disponível em: <http://www.energiasrenovaveis.com/docs/Conceitos_bioclimaticos.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2008.

GRAÇA, J. M.; BENTO, J.; GONÇALVES, H.; AGUIAR, R. Um sistema baseado em conhecimento para promover uma maior eficiência energética dos edifícios em Portugal. In: IX CONGRESSO IBÉRICO DE ENERGIA SOLAR, III JORNADAS TÉCNICAS SOBRE BIOMASSA, 2000, Córdoba. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.civil.ist.utl.pt/joao/pdf/Cordoba.pdf>> Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

GRIGOLETTI, G.; SATTler, M. A. Estudo comparativo de temperaturas internas obtidas com simulações e medições in loco para um protótipo habitacional de interesse social. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI) - ENCAC 2003, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.

GUIMARÃES, A. P.; BRITO, A.; SERRAN, J. **Habitação popular**: inventário da ação governamental. São Paulo: FINEP-GAP - Projeto Editores Associados, 1985.

GÜTHS, S.; PAGHI, C.E. Um método de análise da eficiência energética de mantas isolantes reflexivas I CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – clACS’04 – ENTAC’04, 2004. **Anais...** São Paulo, 2004.

HABIS. **Habitação social em madeira como alternativa econômica para usos múltiplos da floresta**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP. 2001.

HELDRON, R.; FARRAR-NAGY, S.; ANDERSON, R.; REEVES, P.; HANCOCK, E. Thermal performance of unvented attics in hot-dry climates: results from building america. IN: INTERNATIONAL SOLAR ENERGY CONFERENCE, 2003, Havaii. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.osti.gov/bridge>> Acesso em: 12 de janeiro de 2008.

IBRAMEM. **Relatório Técnico referente à produção e implantação de 410 unidades habitacionais, utilizando madeira de rejeito comercial em Cuiabá-MT**. Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira. São Carlos – SP, Brazil, 1996.

IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa e informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

INO, A.; SHIMBO, I. e SOUZA, A. J. D. de. Otimização do processo de fabricação de esquadrias de madeira no centro produtor da região Sul e desenvolvimento de janelas de baixo custo para habitação social. 2003. **Coletânea Habitare**, v. 2, capítulo 13. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/107.pdf>> Acesso em: 07 de janeiro de 2008.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT; Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico – SCTDE. Caderno especial - casa & construção civil. **Revista da Madeira**. Curitiba: p.64-74, janeiro 2007.

Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/hml/clima.php#>> Acesso em: 12 de janeiro de 2008.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira**. Apostila do Curso de Engenharia Industrial Madeireira e Engenharia Florestal. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - Fupef, 2003.

_____. Painéis de Madeira: características tecnológicas e aplicações. **Revista da Madeira**, Curitiba, edição especial – painéis: Cresce presença no setor, p.4-10, maio 2003.

_____. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - Fupef, 2005.

JAHNKE, K. A. **Análise do Desempenho Térmico de Painéis de Vedação e Mantas para Subcobertura com a Reutilização de Embalagens LV**. Florianópolis, 2006. 140 p. Dissertação, (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina.

KAICK, T. S. V. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes**: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. Curitiba, 2002. 128 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

KATINSKY, J. R. Introdução. In: POLIÃO, Marco Vitruvio. **Da arquitetura**. Tradução e notas: Marco Aurélio Lagonegro. São Paulo: Hucitec, Fundação para a Pesquisa Ambiental, 1999.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, A.; SZOKOLAY, S. V. **Viviendas y edificios en zonas calidas y tropicales**. Madrid: Paraninfo S.A., 1977.

KOMENO, M. H.; KRÜGER, E.; SPOSTO, R. M. Avaliação do desempenho térmico de sistemas construtivos para habitação de interesse social com a utilização de equações preditivas. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI) - ENCAC 2003, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.

KOMENO, M. H. **Avaliação do desempenho térmico quanto aos aspectos da inércia térmica e pintura externa de test-cells de blocos de concreto com entulho nos furos**: estudo de caso realizado em Brasília. Distrito Federal, 2005. 198 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília – UNB. Faculdade de Tecnologia.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. Transferência de inovação tecnológica na autoconstrução de moradias. **Coletânea Habitare**, v.2. Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.

KRAMBECK, T. I. **Revisão de sistema construtivo em madeira de floresta plantada para habitação popular**. Florianópolis, 2006. 101 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em: <<http://www.posarq.ufsc.br/defesas/dissertacao027.pdf>> Acesso em: 18 de janeiro de 2008.

KRÜGER, E. L. **Ventilação de áticos como instrumento de conservação de energia em edificações**: análise comparativa de resposta de programas de simulação térmica de ambientes. Rio de Janeiro, 1993. 125 p. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

_____. Tecnologias apropriadas (introdução). **Tecnologias Apropriadas**: publicação do Programa de Pós-Graduação em tecnologia – PPGTE/CEFET-PR / Eduardo Krüger, org.; Shimizu, ver. – Curitiba: CEFET-PR, 2000. 135p.; il. – (Coletânea “Educação e Tecnologia” CEFET-PR).

KRÜGER, E. L.; DUMKE, E. M.S. **Avaliação integrada da Vila Tecnológica de Curitiba**. Disponível em: <<http://www.ppgte.cefetpr.br/revista.vol2/artigos/processo.pdf>> Acesso em: 18 de abril de 2007.

KRÜGER, E.; SUETAKE, G.; ADRIAZOLA, M. K. O. Avaliação do desempenho térmico de coberturas constituídas de embalagens Tetra Pak. In: VIII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E IV ENCONTRO LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC) - ENCAC 2005, 2005, Maceió. **Anais...** Maceió, 2005. 1 CD-ROM.

KRÜGER, E.; ADRIAZOLA, M. K. O. *Heat Flux Measurements and indoor temperatures in wood-based test cells..* In: *25th PLEA International Conference Passive and Low Energy Architecture*, 2008. **Anais...** Irlanda, 2008. 1 CD-ROM.

LAROCA, C. **Avaliação de desempenho do protótipo de habitação social em madeira de reflorestamento**. Curitiba, 2007. 237 p. Tese (Doutorado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética em edificações**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. **Desempenho térmico de edificações**. Apostila da disciplina: Desempenho Térmico de Edificações Departamento de Engenharia Civil.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. de P. **Conforto e stress térmico**. Florianópolis, 2002. Apostila da disciplina: Conforto Ambiental. Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <<http://www.ufsc.br>> Acesso em: 30 abril de 2007.

LATORRACA, J. V. de F. **Estudo de viabilidade do uso da espécie *Ecalyptus dunnii* (Maid) na manufatura de painéis de madeira-cimento**. Curitiba, 1996. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

_____. ***Ecalyptus* spp na produção de painéis de madeira-cimento**. Curitiba, 2000. 138. p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

_____. Painéis de Madeira: características tecnológicas e aplicações. **Revista da Madeira**, Curitiba, edição especial – painéis: de cimento-madeira: características e Aplicações, p104-106, maio 2003.

LAUER, K. Casas de madeira reconstituída. **Revista da Madeira**. Curitiba, caderno especial - casa & construção civil, p.55, janeiro 2007.

LOBÃO, R. **Modelo simplificado de previsão do comportamento térmico de edifícios**. Braga, Portugal, 2005. Tese (Doutorado do Departamento de Engenharia Civil) - Universidade do Minho. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2667>> Acesso em: 12 de janeiro de 2008.

LORENZETTI, M. S. B. **A questão habitacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/internet/publicacoes/estnottec/tema14/107075.pdf>> Acesso em: 28 de dezembro de 2007.

MACIEL, A. A. **Integração de conceitos bioclimáticos ao projeto arquitetônico**. Florianópolis, 2006. 197 p. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MAIA, M. A. L.; MANFREDINI, C.; BEVILACQUA, D.; SCUSSEL, M. da C. B.; SATTler, M. A. Conforto térmico nas habitações da Vila Tecnológica de Porto Alegre: uma avaliação a partir da percepção de seus moradores. In: VII ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC) E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES (COTEDI) - ENCAC 2003, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003. 1 CD-ROM.

MALONEY, T. M., **Modern particleboard & dry process fiberboard manufacturing**. São Francisco, Califórnia: Miller Freeman Inc., 1993.

MARENGO, J. A., **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definições das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 2ª edição, 2007. Disponível em: <http://www6.cptec.inpe.br/mudancas_climaticas/prod_probio Livro2_completo.pdf> Acesso em: 07 de janeiro de 2008.

MARICATO, E. **Política urbana e de habitação social**: um assunto pouco importante para o governo FHC. São Paulo: 1998. Disponível em: <<http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab/04textos/fhc.doc>> Acesso em: 28 de dezembro de 2007.

MARKUS, T. A.; MORRIS, E. N. **Buildings, climate and energy**. London: Pitman, 1980.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**: principles in practice. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.

MARTINS, F. Falta moradia para 800 mil paranaenses. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 25 de setembro de 2006, p.8.

MASISA. **Habitat**: Linha Célia – Design Fernando e Humberto Campana. Catálogo da Empresa.

_____. **OSB MASISA**: Um produto que vai mudar definitivamente a sua forma de ver os painéis estruturais. Catálogo da Empresa.

_____. Painel Estrutural OSB: Resistência e economia para seus projetos. Catálogo da Empresa.

_____. MASISA: Catálogo de Produtos – MDF; PLACA; MELAMINA; ECOPLAC; ECOPLUS; OSB. Catálogo da Empresa.

MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C de; IWAKIRI, S. Indústria brasileira de painéis de madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, edição especial – painéis: cresce presença no setor, p.12-20, maio 2003.

MENDONÇA, P. J. F. de A. U. **Habitar sob uma segunda pele**: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas

temperados. Braga, Portugal, 2005. Tese (Doutorado do Departamento de Engenharia Civil - Universidade do Minho. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4250>> Acesso em: 12 de janeiro de 2008.

MENEZES, M. S. **Avaliação do desempenho térmico de habitações sociais de Passo Fundo – RS**. Passo Fundo, 2006. 130p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia da Universidade de Passo Fundo).

MICHALOSKI, A. O. **Avaliação do desempenho térmico por meio de simulação computacional de habitações populares implantadas na Vila Tecnológica de Curitiba**. Curitiba, 2002, 218p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Guia básico dos Programas Habitacionais - **Direito à Moradia**. 2006. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/secretaria-de-habitacao/biblioteca/publicacoes/Guia%20Basico%20dos%20Programas%20Habitacionais.pdf>> Acesso em: 09 de agosto de 2008.

MORTENSEN, N. **The naturally air conditioned house**. *University of Technology Sydney: Earth Building Forum: research*. Sydney, 2007. Disponível em: <http://www.dab.uts.edu.au/ebfr/research/air_conditioned> Acesso em: 21 de janeiro de 2008.

MOURA, R. Habitação social em Lisboa, Portugal: caso de estudo no bairro social do Vale da Amoreira. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENCAC 2001, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. 1 CD-ROM.

MOURA, J.D.; BARNABÉ, M. **Desenvolvimento de projeto habitação de interesse social em madeira de reflorestamento**. In: I CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE HABITAÇÃO SOCIAL – Ciência e Tecnologia. Florianópolis – SC, 2003.

MOVIMAX. **Climatex**: Placa Cimentícia Madeira Mineralizada – Construção. Catálogo da Empresa.

_____. **Climatex**: Placa Cimentícia Madeira Mineralizada – Casas Ecológicas/Econômicas. Catálogo da Empresa.

NAVARRO, A. M. **Sistema de vedação pré-fabricado em madeira de reflorestamento**. 1999, 155p. Tese de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos - USP. São Carlos – SP.

NEVES, L. de O. **Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto**: Estratégia de ventilação natural. São Carlos, 2006. 222 p. Dissertação (Mestrado da Escola de Engenharia de São Carlos) - Universidade de São Paulo.

NIHIHA. **Nichiha Corporation**: Company Profile, p.1-16. Catálogo da Empresa.

_____. **Nichiha Corporation**: Company Profile, p.1-18. Catálogo da Empresa.

NORIE, **Produção de habitação social em madeira de reflorestamento no Rio Grande do Sul segundo princípios de sustentabilidade**. UFRGS – SEHAB. Porto Alegre - RS, Brazil, 2000.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. S.A., 1998.

OLIVEIRA, D. E. de. **Constituição da República Federativa do Brasil**: Atualizada até a Emenda Constitucional nº 32 - 3ª edição. São Paulo: Iglu, 2001.

ORDENES, M.; LAMBERTS, R.; GÜTHS, S. **Transferência de calor na envolvente da edificação**. Apostila do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <www.labee.ufsc.br/pos-graduacao/ecv.4297/apostila.06> Acesso em: 08 de junho de 2007.

PARTEL, P.M.P. **Painéis estruturais utilizando madeira roliça de pequeno diâmetro para habitação social**: desenvolvimento do produto. 2006, p. 245. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP.

PEUPORTIER, B; SOMMEREUX, I.B. **COMFIE – Passive solar design tool for multizone buildings**. *User's Manual*. Centre d'énergétique. Ecole des Mines de Paris. Versão 3.3. 1994.

PMC. **Curitiba em Dados**. Curitiba:PMC, 2004. 1 CR-ROM.

POLIÃO, M. V. **Da arquitetura**. Tradução e Notas Marco Aurélio Lagonegro. São Paulo: Editora Hucitec; Fundação Para a Pesquisa Ambiental, 1999.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima**: acondicionamento térmico natural. 2º ed. rev. e ampliada. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986.

RODRIGUES, A. M. **Moradia nas cidades brasileiras**. 5ª ed. São Paulo: Contexto, 1994.

RODRIGUES, A. B.F.; RUSCHEL, R. C. Adaptação de ferramenta Automet para a simulação de projetos arquitetônicos em conjuntos habitacionais. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - ENCAC 2001, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. 1 CD-ROM.

RORIZ, M. Zona de **Conforto térmico**: um estudo comparativo de diferentes abordagens. São Carlos, 1987. 133 f. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Arquitetura e Planejamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, USP.

SATTLER, M. A.; SEDREZ M. de M.; ROSA, T. F. da e SPERB, M. R. Aplicação de tecnologias sustentáveis em um conjunto habitacional de baixa renda. **Coletânea Habitaré**, v.2., capítulo 3. Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.

_____. **Habitacões de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis**. Porto Alegre: ANTAC, 2007. 488p. Disponível em: <<http://www.antac.org.br>> Acesso em: 08 de janeiro de 2008.

SCHMID, A. L. **A idéia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. 338 p. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SIEMPELKAMP. **MDF**: Production. Catálogo da Empresa.

SERRA, R. **Arquitectura y climas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA, 1999.

SHAFI, M.; BORTOLI, P. de; MICHALOSKI, A. O.; SANTOS, D. dos; KRÜGER, E. Tecnologias Apropriadas: Reflexões. **Tecnologias Apropriadas**: publicação do Programa de Pós-Graduação em tecnologia – PPGTE/CEFET-PR / Eduardo Krüger, org.; Shimizu, ver. – Curitiba: CEFET-PR, 2000. 135p.; il. – (Coletânea “Educação e Tecnologia” CEFET-PR).

SHIMBO, I.; INO, A. **A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social**. In: Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela – RS, Brazil, 1, 157-162, 1997.

SNYDER, J. C.; CATANESE, A. **Introdução à Arquitetura**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

SMITH, M. W.; TORCELLINI, P. E.; HAYTER, S. J.; JUDKOFF, R. **Thermal performance analysis of a high mass residential building**. American Solar Energy Society (ASES). Forum. Washington, DC, 2001. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy01osti/29537.pdf>> Acesso em: 22 de janeiro de 2007.

SPANNENBERG, M. G. **Análise de desempenho térmico, acústico e lumínico em habitação de interesse social**: estudo de caso em Marau – RS. Florianópolis, 2006, 189p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina.

SOARES, J. M. D.; SANTOS, M. D. F. dos e POLETO, L. Habitações de caráter social com a utilização de bloco cerâmico. **Coletânea Habitar**, v.2. Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.

SZÜCS, C. (Editor). **Sistema Stella/UFSC: Avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social**. Florianópolis – SC, Brazil, 2004.

WIKIPÉDIA. A **Enciclopédia livre**. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/Albedo> Acesso em: 06 de abril de 2008.

WILLRATH, H. Comparison of thermal performance of free running and conditioned houses in Brisbane climate. Austrália: Departament of Architecture, University of Queensland. Disponível em: <www.solarlogic.com.au/profile/free%20running%20Building%20v%20Conditioned.pdf> Acesso em: 15 de janeiro de 2008.

TAFISA. **Livro técnico MDF**: chapa de fibras de madeira de média densidade. Catálogo da Empresa.

VILLAS BOAS, M. Significado da arquitetura nos trópicos. IN: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARQUITETURA NOS TRÓPICOS, 1, 1985, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: Massangana, 1985. p. 35-65. Disponível em : <http://www.tropicologia.org.br/CONFERENCIA/1985significado_arquitetura.html> Acesso em: 04 fevereiro de 2007.

VIROC - Indústria de Madeira e Cimento S.A. **O painel para a construção**. Catálogo da Empresa.

YUBA, A.N. **Análise pluridimensional da sustentabilidade na cadeia produtiva de componetes construtivos em madeira serrada de plantios florestais.** 2005, p. 230. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura.** Tradução de Maria Gaspar e Gétan Martins de Oliveira. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

APÊNDICE A

RELATÓRIOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO DOS PROTÓTIPOS COM O PROGRAMA COMFIE

BUILDING

PROTÓTIPO - PT1-WALL

NAME OF THE SAVING FILE : PT1-WALL

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

WALL-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

WALL-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAINEL WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

WALL-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAINEL WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

WALL-SUL

SLOPE 90° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAINEL WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CONCRETO 10CM

10.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2300.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

LA ROCHA

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : ALUMINIO PLASTIFICAD ALPHA=0.15 EPSILON=0.12

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : LA DE ROCHA

0.01cm OF PLASTICO K:0.40 W/m/K RO:1300.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

5.00cm OF LA DE ROCHA K:0.04 W/m/K RO:25.00 kg/m3 CP:0.27 Wh/kg/K

WALL-LESTE-1

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAINEL WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

FECHAMENTO LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CEDRINHO
2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO NORTE
SLOPE 90° ORIENTATION 180°
INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95
EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90
COMPOSITION : CEDRINHO
2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO OESTE
SLOPE 90° ORIENTATION 90°
INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95
EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90
COMPOSITION : CEDRINHO
2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

COBERTURA
SLOPE 7° ORIENTATION 0°
INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90
EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90
COMPOSITION : TELHA ONDULADA 6MM
0.60cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

NADA
SLOPE 0°
INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90
EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90
COMPOSITION : NADA
1.00cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

0
SLOPE 0°
INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90
EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90
COMPOSITION : 1
1.00cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE VAZIO PROTOTIPO *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO PROTÓTIPO
VOLUME OF VAZIO PROTOTIPO : 1.00 m3
INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K
MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :0.00 VOLUME/h
STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0

22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-							
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-							
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-							
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-							
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO PROTOTIPO IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 1.0 m2 OF WALL-LESTE-1 BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF WALL-NORTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF WALL-OESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF WALL-SUL BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF PISO BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND GROUND
 K: 0.20 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 1.0 m2 OF LA ROCHA BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND VAZIO COBERTURA
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO PROTOTIPO

ALUMINIO PLASTIFICAD
 LA DE ROCHA
 PLASTICO
 BRANCO

VAZIO COBERTURA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE VAZIO COBERTURA *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO COBERTURA

VOLUME OF VAZIO COBERTURA : 0.08 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK		-Int HEAT GAINS (W)-					
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK		-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	

STANDARD WEEK		-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
13	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	

THE ZONE VAZIO COBERTURA IS SURROUNDED BY 5 WALLS
1.0 m2 OF LA ROCHA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND VAZIO PROTOTIPO
ORDER OF MATERIALS :

VAZIO COBERTURA

BRANCO
PLASTICO
LA DE ROCHA
ALUMINIO PLASTIFICAD

VAZIO PROTOTIPO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING
0.1 m2 OF FECHAMENTO LESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

0.2 m2 OF FECHAMENTO NORTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

0.1 m2 OF FECHAMENTO OESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL

0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COBERTURA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3

THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K

THIS ZONE WALL IS A FLOOR

THE WIND EXPOSURE IS NORMAL

0 GLAZING(s)

BUILDING

PROTÓTIPO - PT2-AGLOMERADO

NAME OF THE SAVING FILE : PT2-AGLO

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

AGLO-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : AGLOMERADO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

AGLO-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : AGLOMERADO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

AGLO-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : AGLOMERADO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

AGLO-SUL

SLOPE 90° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : AGLOMERADO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO CONCRETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CONCRETO NORMAL

10.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2300.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

LA DE ROCHA

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : ALUMINIO PLASTIFICAD ALPHA=0.15 EPSILON=0.12

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : LA DE ROCHA

0.01cm OF PLASTICO K:0.40 W/m/K RO:1300.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

5.00cm OF LA DE ROCHA K:0.04 W/m/K RO:25.00 kg/m3 CP:0.27 Wh/kg/K

FECHAMENTO LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

COBERTURA

SLOPE 7° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHA ONDULADA 6MM

0.60cm OF TELHA FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE VAZIO PROTOTIPO *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO PROTOTIPO
VOLUME OF VAZIO PROTOTIPO : 1.00 m3
INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K
MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :0.00 VOLUME/h
STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0
STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
------	--------	---------	-----------	----------	--------	----------	--------

1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO PROTOTIPO IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 1.0 m2 OF AGLO-LESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF AGLO-NORTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF AGLO-OESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF AGLO-SUL BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF PISO CONCRETO BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND GROUND
 K: 0.20 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND VAZIO COBERTURA VENT
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO PROTOTIPO

ALUMINIO PLASTIFICAD
 LA DE ROCHA
 PLASTICO
 COR BRANCA

VAZIO COBERTURA VENT

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE VAZIO COBERTURA VENT *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO COBERTURA VENT

VOLUME OF VAZIO COBERTURA VENT : 0.08 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0

16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO COBERTURA VENT IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO COBERTURA VENT AND VAZIO PROTOTIPO
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO COBERTURA VENT

COR BRANCA
 PLASTICO
 LA DE ROCHA
 ALUMINIO PLASTIFICAD

VAZIO PROTOTIPO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR

0.1 m2 OF FECHAMENTO LESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA VENT AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.2 m2 OF FECHAMENTO NORTE BETWEEN VAZIO COBERTURA VENT AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.1 m2 OF FECHAMENTO OESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA VENT AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COBERTURA BETWEEN VAZIO COBERTURA VENT AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

BUILDING

PROTÓTIPO - PT3-COMPENSADO

NAME OF THE SAVING FILE : PT3-COMP

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

COMP-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : COMPENSADO

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

COMP-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : COMPENSADO

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

COMP-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : COMPENSADO

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

COMP-SUL

SLOPE 90° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : COMPENSADO

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO CONCRETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CONCRETO NORMAL

10.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2300.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

LA DE ROCHA

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : ALUMINIO PLASTIFICAD ALPHA=0.15 EPSILON=0.12

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : LA DE ROCHA

0.01cm OF PLASTICO K:0.40 W/m/K RO:1300.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

5.00cm OF LA DE ROCHA K:0.04 W/m/K RO:25.00 kg/m3 CP:0.27 Wh/kg/K

FECHAMENTO-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

COBERTURA

SLOPE 7° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHA ONDULADA 6MM

0.60cm OF TELHA FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

 ZONES

 * ZONE OUTSIDE *

 * ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

 * ZONE VAZIO PROTOTIPO *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO PROTOTIPO
 VOLUME OF VAZIO PROTOTIPO : 1.00 m3
 INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K
 MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :0.00 VOLUME/h
 STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0
 STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
------	--------	---------	-----------	----------	--------	----------	--------

1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO PROTOTIPO IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 1.0 m2 OF COMP-LESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COMP-NORTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COMP-OESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COMP-SUL BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF PISO CONCRETO BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND GROUND
 K: 0.20 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND VAZIO COBERTURA
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO PROTOTIPO

ALUMINIO PLASTIFICAD
 LA DE ROCHA
 PLASTICO
 COR BRANCA

VAZIO COBERTURA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE VAZIO COBERTURA *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO COBERTURA

VOLUME OF VAZIO COBERTURA : 0.08 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0

16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO COBERTURA IS SURROUNDED BY 5 WALLS

1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND VAZIO PROTOTIPO
ORDER OF MATERIALS :

VAZIO COBERTURA

COR BRANCA
PLASTICO
LA DE ROCHA
ALUMINIO PLASTIFICAD

VAZIO PROTOTIPO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING

0.1 m2 OF FECHAMENTO-LESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

0.2 m2 OF FECHAMENTO-NORTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

0.1 m2 OF FECHAMENTO-OESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COBERTURA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THIS ZONE WALL IS A FLOOR
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

BUILDING

PROTÓTIPO - PT4 – CIMENTO MADEIRA

NAME OF THE SAVING FILE : PT4-CIMA

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

CIMA-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CIMENTO-MADEIRA

1.70cm OF CIMENTO MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

CIMA-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CIMENTO-MADEIRA

1.70cm OF CIMENTO MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

CIMA-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CIMENTO-MADEIRA

1.70cm OF CIMENTO MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

CIMA-SUL

SLOPE 90° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CIMENTO-MADEIRA

1.70cm OF CIMENTO MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PISO CONCRETO

10.00cm OF CONCRETO NORMAL K:1.75 W/m/K RO:2300.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

LA DE ROCHA

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : ALUMINIO PLASTIFICAD ALPHA=0.15 EPSILON=0.12

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : LA DE ROCHA

0.01cm OF PLASTICO K:0.40 W/m/K RO:1300.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

5.00cm OF LA DE ROCHA K:0.04 W/m/K RO:25.00 kg/m3 CP:0.27 Wh/kg/K

FECHAMENTO LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

COBERTURA

SLOPE 7° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHA FIBROCIMENTO

0.60cm OF TELHA ONDULADA 6MM K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE VAZIO PROTOTIPO *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO PROTOTIPO

VOLUME OF VAZIO PROTOTIPO : 1.00 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :0.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0

3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO PROTOTIPO IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 1.0 m2 OF CIMA-LESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF CIMA-NORTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF CIMA-OESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF CIMA-SUL BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF PISO BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND GROUND
 K: 0.20 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND VAZIO COBERTURA
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO PROTOTIPO

ALUMINIO PLASTIFICAD
 LA DE ROCHA
 PLASTICO
 COR BRANCA

VAZIO COBERTURA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE VAZIO COBERTURA *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO COBERTURA

VOLUME OF VAZIO COBERTURA : 0.08 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK

-% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK

-% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK

-Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK

-Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK

-% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK

-% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0

17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO COBERTURA IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND VAZIO PROTOTIPO
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO COBERTURA

COR BRANCA
 PLASTICO
 LA DE ROCHA
 ALUMINIO PLASTIFICAD

VAZIO PROTOTIPO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

0.1 m2 OF FECHAMENTO LESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.2 m2 OF FECHAMENTO NORTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.1 m2 OF FECHAMENTO OESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COBERTURA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

BUILDING

PROTÓTIPO - PT5-OSB

NAME OF THE SAVING FILE : PT5-OSB

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

OSB-LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

OSB-NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

OSB-OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

OSB-SUL

SLOPE 90° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO CONCRETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

COMPOSITION : CONCRETO NORMAL

10.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2300.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

LA DE ROCHA

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : ALUMINIO PLASTIFICAD ALPHA=0.15 EPSILON=0.12

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : LA DE ROCHA

0.01cm OF PLASTICO K:0.40 W/m/K RO:1300.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

5.00cm OF LA DE ROCHA K:0.04 W/m/K RO:25.00 kg/m3 CP:0.27 Wh/kg/K

FECHAMENTO LESTE

SLOPE 90° ORIENTATION -90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO NORTE

SLOPE 90° ORIENTATION 180°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

FECHAMENTO OESTE

SLOPE 90° ORIENTATION 90°

INTERNAL BUILDING FINISH : WOOD PINE ALPHA=0.60 EPSILON=0.95

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

2.50cm OF CEDRINHO K:0.15 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.38 Wh/kg/K

COBERTURA

SLOPE 7° ORIENTATION 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : COR CIMENTO ALPHA=0.70 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : COR BRANCA ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHA FIBROCIMENTO

0.60cm OF TELHA ONDULADA 6MM K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

 ZONES

 * ZONE OUTSIDE *

 * ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

 * ZONE VAZIO PROTOTIPO *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO PROTOTIPO

VOLUME OF VAZIO PROTOTIPO : 1.00 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :0.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0

2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO PROTOTIPO IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 1.0 m2 OF OSB-LESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF OSB-NORTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF OSB-OESTE BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF OSB-SUL BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF PISO CONCRETO BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND GROUND
 K: 0.20 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO PROTOTIPO AND VAZIO COBERTURA
 ORDER OF MATERIALS :
 VAZIO PROTOTIPO

ALUMINIO PLASTIFICAD
 LA DE ROCHA
 PLASTICO
 COR BRANCA

VAZIO COBERTURA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

 * ZONE VAZIO COBERTURA *

OCCUPANCY SCHEDULE : VAZIO COBERTURA

VOLUME OF VAZIO COBERTURA : 0.08 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0

18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE VAZIO COBERTURA IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 1.0 m2 OF LA DE ROCHA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND VAZIO PROTOTIPO
 ORDER OF MATERIALS :

VAZIO COBERTURA

COR BRANCA
 PLASTICO
 LA DE ROCHA
 ALUMINIO PLASTIFICAD

VAZIO PROTOTIPO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR

0.1 m2 OF FECHAMENTO LESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.2 m2 OF FECHAMENTO NORTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

0.1 m2 OF FECHAMENTO OESTE BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

1.0 m2 OF COBERTURA BETWEEN VAZIO COBERTURA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

APÊNDICE B

RELATÓRIOS DAS SIMULAÇÕES FEITAS UTILIZANDO-SE COMO BASE O SISTEMA CASTELLAMARE, SUBSTITUINDO-SE OS BLOCOS DE CONCRETO DO MODELO ORIGINAL PELOS PAINÉIS DE MADEIRA

BUILDING

CASTELLAMARE - ORIGINAL

NAME OF THE SAVING FILE : CASTORIG

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

PO

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

PS

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

PL

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

PAR L AT

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PAREDE

15.00cm OF BLOCO DE CONCRETO K:0.93 W/m/K RO:2000.00 kg/m3 CP:0.16 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S

23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

1.4 m2 OF J1
U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND
K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO
ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO
FORRO
SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS
VOLUME OF ATICO : 34.40 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K
MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-								
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
1	100	100	100	100	100	100	100	
2	100	100	100	100	100	100	100	
3	100	100	100	100	100	100	100	
4	100	100	100	100	100	100	100	
5	100	100	100	100	100	100	100	
6	100	100	100	100	100	100	100	
7	100	100	100	100	100	100	100	
8	100	100	100	100	100	100	100	
9	100	100	100	100	100	100	100	
10	100	100	100	100	100	100	100	
11	100	100	100	100	100	100	100	
12	100	100	100	100	100	100	100	

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-								
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
13	100	100	100	100	100	100	100	
14	100	100	100	100	100	100	100	
15	100	100	100	100	100	100	100	
16	100	100	100	100	100	100	100	
17	100	100	100	100	100	100	100	
18	100	100	100	100	100	100	100	
19	100	100	100	100	100	100	100	
20	100	100	100	100	100	100	100	
21	100	100	100	100	100	100	100	
22	100	100	100	100	100	100	100	
23	100	100	100	100	100	100	100	
24	100	100	100	100	100	100	100	

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-								
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
1	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-								
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
13	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	

22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS

39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA

ORDER OF MATERIALS :

ATICO

SUJO

FORRO

BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT BETWEEN ATICO AND OUTSIDE

THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : TERRA

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4

THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K

THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED

0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT BETWEEN ATICO AND OUTSIDE

THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : TERRA

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4

THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K

THE WIND EXPOSURE IS NORMAL

0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE

THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : TERRA

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4

THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K

THIS ZONE WALL IS A CEILING

THE WIND EXPOSURE IS NORMAL

0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE

THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)

NAME OF THE ALBEDO : GRAMA

JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC

ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3

THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K

THIS ZONE WALL IS A CEILING

THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED

0 GLAZING(s)

BUILDING

CASTELLAMARE – WALL

NAME OF THE SAVING FILE : CASTWALL

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN-WALL

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PO-WALL

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PS-WALL

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PL-WALL

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT-WALL

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

PAR L AT-WALL

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT1-WALL

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

3.40cm OF TIMBER WOOD K:0.14 W/m/K RO:600.00 kg/m3 CP:0.35 Wh/kg/K

0.30cm OF FIBROCIMENTO K:0.80 W/m/K RO:1800.00 kg/m3 CP:0.24 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S
SLOPE 56° ORIENTATION 148°
INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90
EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90
COMPOSITION : TELHADO
0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE INTERIOR CASA *

OCCUPANCY SCHEDULE : COM PESSOAS

VOLUME OF INTERIOR CASA :106.65 m3

INERTIA OF THE FURNITURE :2000.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :9.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

STANDARD WEEK		ANALYTICAL WEEK TYPE						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY	
1	3	3	3	3	3	3		
2	3	3	3	3	3	3		
3	3	3	3	3	3	3		
4	3	3	3	3	3	3		
5	3	3	3	3	3	3		
6	3	3	3	3	3	3		
7	3	3	3	3	3	3		
8	45	45	45	45	45	45		
9	45	45	45	45	45	45		
10	45	45	45	45	45	45		
11	45	45	45	45	45	45		
12	45	45	45	45	45	45		

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

STANDARD WEEK							
Hour	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
13	45	45	45	45	45		
14	45	45	45	45	45		
15	45	45	45	45	45		
16	45	45	45	45	45		
17	45	45	45	45	45		
18	45	45	45	45	45		
19	45	45	45	45	45		
20	45	45	45	45	45		
21	45	45	45	45	45		
22	3	3	3	3	3	3	
23	3	3	3	3	3	3	
24	3	3	3	3	3	3	

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	330	330	330	330	330	330	
2	330	330	330	330	330	330	
3	330	330	330	330	330	330	
4	330	330	330	330	330	330	
5	330	330	330	330	330	330	
6	330	330	330	330	330	330	
7	330	330	330	330	330	330	
8	450	450	450	450	450	450	
9	450	450	450	450	450	450	
10	450	450	450	450	450	450	
11	450	450	450	450	450	450	
12	450	450	450	450	450	450	

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

STANDARD WEEK		THIRTEEN GAINS (W)					
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	450	450	450	450	450	450	
14	450	450	450	450	450	450	
15	450	450	450	450	450	450	
16	450	450	450	450	450	450	
17	450	450	450	450	450	450	
18	450	450	450	450	450	450	
19	450	450	450	450	450	450	
20	450	450	450	450	450	450	
21	450	450	450	450	450	450	

22	330	330	330	330	330	330	330
23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN-WALL BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO-WALL BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS-WALL BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL-WALL BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)

WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND
 K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO
 ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO
 FORRO
 SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING

 * ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS

VOLUME OF ATICO : 34.40 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0

21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS

39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA

ORDER OF MATERIALS :

ATICO

SUJO
FORRO
BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT-WALL BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT-WALL BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING
THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED

0 GLAZING(s)

BUILDING

CASTELLAMARE – AGLOMERADO

NAME OF THE SAVING FILE : CASTAGLO

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN-AGLO

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PO-AGLO

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PS-AGLO

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PL-AGLO

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT-AGLO

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PAR L AT-AGLO

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT2-AGLO

1.60cm OF AGLOMERADO K:0.14 W/m/K RO:678.01 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S

SLOPE 56° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

ZONES

 * ZONE OUTSIDE *

 * ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

 * ZONE INTERIOR CASA *

OCCUPANCY SCHEDULE : COM PESSOAS

VOLUME OF INTERIOR CASA :106.65 m3

INERTIA OF THE FURNITURE :2000.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :9.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3	3
8	45	45	45	45	45	45	45
9	45	45	45	45	45	45	45
10	45	45	45	45	45	45	45
11	45	45	45	45	45	45	45
12	45	45	45	45	45	45	45

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	45	45	45	45	45	45	45
14	45	45	45	45	45	45	45
15	45	45	45	45	45	45	45
16	45	45	45	45	45	45	45
17	45	45	45	45	45	45	45
18	45	45	45	45	45	45	45
19	45	45	45	45	45	45	45
20	45	45	45	45	45	45	45
21	45	45	45	45	45	45	45
22	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	330	330	330	330	330	330	330
2	330	330	330	330	330	330	330
3	330	330	330	330	330	330	330
4	330	330	330	330	330	330	330
5	330	330	330	330	330	330	330
6	330	330	330	330	330	330	330
7	330	330	330	330	330	330	330
8	450	450	450	450	450	450	450
9	450	450	450	450	450	450	450
10	450	450	450	450	450	450	450
11	450	450	450	450	450	450	450
12	450	450	450	450	450	450	450

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	450	450	450	450	450	450	450
14	450	450	450	450	450	450	450
15	450	450	450	450	450	450	450
16	450	450	450	450	450	450	450
17	450	450	450	450	450	450	450
18	450	450	450	450	450	450	450
19	450	450	450	450	450	450	450
20	450	450	450	450	450	450	450
21	450	450	450	450	450	450	450
22	330	330	330	330	330	330	330
23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100

2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN-AGLO BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO-AGLO BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS-AGLO BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL-AGLO BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND
 K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO
ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO
FORRO
SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS
VOLUME OF ATICO : 34.40 m3
INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K
MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h
STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0
STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-
HOUR MONDAY TUESDAY WEDNESDAY THURSDAY FRIDAY SATURDAY SUNDAY
1 0 0 0 0 0 0 0

2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA
 ORDER OF MATERIALS :

ATICO
 SUJO
 FORRO
 BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT-AGLO BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT-AGLO BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

BUILDING

CASTELLAMARE – COMPENSADO

NAME OF THE SAVING FILE : CASTCOMP

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN-COMP

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PO-COMP

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PS-COMP

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PL-COMP

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT-COMP

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PAR L AT-COMP

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT3-COMP

1.50cm OF COMPENSADO K:0.13 W/m/K RO:591.02 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S

SLOPE 56° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

ZONES

 * ZONE OUTSIDE *

 * ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

 * ZONE INTERIOR CASA *

OCCUPANCY SCHEDULE : COM PESSOAS
 VOLUME OF INTERIOR CASA :106.65 m3
 INERTIA OF THE FURNITURE :2000.0 Wh/K
 MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :9.00 VOLUME/h
 STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3	3
8	45	45	45	45	45	45	45
9	45	45	45	45	45	45	45
10	45	45	45	45	45	45	45
11	45	45	45	45	45	45	45
12	45	45	45	45	45	45	45

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	45	45	45	45	45	45	45
14	45	45	45	45	45	45	45
15	45	45	45	45	45	45	45
16	45	45	45	45	45	45	45
17	45	45	45	45	45	45	45
18	45	45	45	45	45	45	45
19	45	45	45	45	45	45	45
20	45	45	45	45	45	45	45
21	45	45	45	45	45	45	45
22	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	330	330	330	330	330	330	330
2	330	330	330	330	330	330	330
3	330	330	330	330	330	330	330
4	330	330	330	330	330	330	330
5	330	330	330	330	330	330	330
6	330	330	330	330	330	330	330
7	330	330	330	330	330	330	330
8	450	450	450	450	450	450	450
9	450	450	450	450	450	450	450
10	450	450	450	450	450	450	450
11	450	450	450	450	450	450	450
12	450	450	450	450	450	450	450

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	450	450	450	450	450	450	450
14	450	450	450	450	450	450	450
15	450	450	450	450	450	450	450
16	450	450	450	450	450	450	450
17	450	450	450	450	450	450	450
18	450	450	450	450	450	450	450
19	450	450	450	450	450	450	450
20	450	450	450	450	450	450	450
21	450	450	450	450	450	450	450
22	330	330	330	330	330	330	330
23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2
 STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN-COMP BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO-COMP BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS-COMP BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL-COMP BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND

K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO
ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO
FORRO
SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS

VOLUME OF ATICO : 34.40 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
------	--------	---------	-----------	----------	--------	----------	--------

1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA
 ORDER OF MATERIALS :

ATICO

SUJO
 FORRO
 BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT-COMP BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT-COMP BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

BUILDING

CASTELLAMARE – CIMENTO MADEIRA

NAME OF THE SAVING FILE : CASTCIMA

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN-CIMA

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PO-CIMA

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PS-CIMA

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PL-CIMA

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT-CIMA

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PAR L AT-CIMA

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT4-CIMA

1.70cm OF CIMENTO-MADEIRA K:0.29 W/m/K RO:1345.61 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S

SLOPE 56° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE INTERIOR CASA *

OCCUPANCY SCHEDULE : COM PESSOAS

VOLUME OF INTERIOR CASA :106.65 m3

INERTIA OF THE FURNITURE :2000.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :9.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3	3
8	45	45	45	45	45	45	45
9	45	45	45	45	45	45	45
10	45	45	45	45	45	45	45
11	45	45	45	45	45	45	45
12	45	45	45	45	45	45	45

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	45	45	45	45	45	45	45
14	45	45	45	45	45	45	45
15	45	45	45	45	45	45	45
16	45	45	45	45	45	45	45
17	45	45	45	45	45	45	45
18	45	45	45	45	45	45	45
19	45	45	45	45	45	45	45
20	45	45	45	45	45	45	45
21	45	45	45	45	45	45	45
22	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	330	330	330	330	330	330	330
2	330	330	330	330	330	330	330
3	330	330	330	330	330	330	330
4	330	330	330	330	330	330	330
5	330	330	330	330	330	330	330
6	330	330	330	330	330	330	330
7	330	330	330	330	330	330	330
8	450	450	450	450	450	450	450
9	450	450	450	450	450	450	450
10	450	450	450	450	450	450	450
11	450	450	450	450	450	450	450
12	450	450	450	450	450	450	450

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	450	450	450	450	450	450	450
14	450	450	450	450	450	450	450
15	450	450	450	450	450	450	450
16	450	450	450	450	450	450	450
17	450	450	450	450	450	450	450
18	450	450	450	450	450	450	450
19	450	450	450	450	450	450	450
20	450	450	450	450	450	450	450
21	450	450	450	450	450	450	450
22	330	330	330	330	330	330	330
23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK	-% OF PRESENCE-						
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN-CIMA BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO-CIMA BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS-CIMA BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL-CIMA BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND

K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO

ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO

FORRO

SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS

VOLUME OF ATICO : 34.40 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
------	--------	---------	-----------	----------	--------	----------	--------

1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK		-% OF PRESENCE-					
HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS
 39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA
 ORDER OF MATERIALS :

ATICO

SUJO
 FORRO
 BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
 THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT-CIMA BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT-CIMA BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THIS ZONE WALL IS A CEILING
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 0 GLAZING(s)

BUILDING

CASTELLAMARE - OSB

NAME OF THE SAVING FILE : CASTOSB

LOCATION : CTB

ALTITUDE : 910m LATITUDE : -25.5° LONGITUDE : 49.0°

METEOROLOGICAL LOCATION : EC1

WALLS

PN-OSB

SLOPE101° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PO-OSB

SLOPE107° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PS-OSB

SLOPE101° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PL-OSB

SLOPE107° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PISO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : INEXISTENTE ALPHA=0.00 EPSILON=0.90

COMPOSITION : SOLO

5.00cm OF CONCRETO K:1.75 W/m/K RO:2400.00 kg/m3 CP:0.28 Wh/kg/K

TETO

SLOPE 0°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : SUJO ALPHA=0.50 EPSILON=0.90

COMPOSITION : MADEIRA

1.00cm OF FORRO K:0.15 W/m/K RO:450.00 kg/m3 CP:0.37 Wh/kg/K

PAR O AT-OSB

SLOPE103° ORIENTATION -122°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

PAR L AT-OSB

SLOPE103° ORIENTATION 58°

INTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : BRANCO ALPHA=0.20 EPSILON=0.90

COMPOSITION : PT5-OSB

1.60cm OF OSB K:0.12 W/m/K RO:597.50 kg/m3 CP:0.64 Wh/kg/K

TELH N

SLOPE 56° ORIENTATION -32°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

TELH S

SLOPE 56° ORIENTATION 148°

INTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

EXTERNAL BUILDING FINISH : CINZA ALPHA=0.65 EPSILON=0.90

COMPOSITION : TELHADO

0.50cm OF TELH FIBROC K:0.65 W/m/K RO:1700.00 kg/m3 CP:0.23 Wh/kg/K

ZONES

* ZONE OUTSIDE *

* ZONE GROUND *

TEMPERATURE :18°C

* ZONE INTERIOR CASA *

OCCUPANCY SCHEDULE : COM PESSOAS

VOLUME OF INTERIOR CASA :106.65 m3

INERTIA OF THE FURNITURE :2000.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :9.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	3	3	3	3	3	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3
3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3	3
7	3	3	3	3	3	3	3
8	45	45	45	45	45	45	45
9	45	45	45	45	45	45	45
10	45	45	45	45	45	45	45
11	45	45	45	45	45	45	45
12	45	45	45	45	45	45	45

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	45	45	45	45	45	45	45
14	45	45	45	45	45	45	45
15	45	45	45	45	45	45	45
16	45	45	45	45	45	45	45
17	45	45	45	45	45	45	45
18	45	45	45	45	45	45	45
19	45	45	45	45	45	45	45
20	45	45	45	45	45	45	45
21	45	45	45	45	45	45	45
22	3	3	3	3	3	3	3
23	3	3	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	3	3

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	330	330	330	330	330	330	330
2	330	330	330	330	330	330	330
3	330	330	330	330	330	330	330
4	330	330	330	330	330	330	330
5	330	330	330	330	330	330	330
6	330	330	330	330	330	330	330
7	330	330	330	330	330	330	330
8	450	450	450	450	450	450	450
9	450	450	450	450	450	450	450
10	450	450	450	450	450	450	450
11	450	450	450	450	450	450	450
12	450	450	450	450	450	450	450

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	450	450	450	450	450	450	450
14	450	450	450	450	450	450	450
15	450	450	450	450	450	450	450
16	450	450	450	450	450	450	450
17	450	450	450	450	450	450	450
18	450	450	450	450	450	450	450
19	450	450	450	450	450	450	450
20	450	450	450	450	450	450	450
21	450	450	450	450	450	450	450
22	330	330	330	330	330	330	330
23	330	330	330	330	330	330	330
24	330	330	330	330	330	330	330

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:2

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

THE ZONE INTERIOR CASA IS SURROUNDED BY 6 WALLS
 16.1 m2 OF PN-OSB BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°1 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 0 GLAZING(s)

18.6 m2 OF PO-OSB BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 3 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J2
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.21 m HEIGHT : 1.16 m
 0.4 m2 OF J3
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 0.79 m HEIGHT : 0.50 m

16.1 m2 OF PS-OSB BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
 1 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

18.6 m2 OF PL-OSB BETWEEN INTERIOR CASA AND OUTSIDE
 THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
 NAME OF THE ALBEDO : TERRA
 JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
 ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
 THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
 THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
 2 GLAZING(s)
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m
 1.4 m2 OF J1
 U:5.79 W/(m2.K) TAU_N:0.42 1 GLAZING(S)
 WIDTH : 1.24 m HEIGHT : 1.16 m

39.5 m2 OF PISO BETWEEN INTERIOR CASA AND GROUND

K: 0.00 W/K, THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K

39.5 m2 OF TETO BETWEEN INTERIOR CASA AND ATICO
ORDER OF MATERIALS :

INTERIOR CASA

BRANCO
FORRO
SUJO

ATICO

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING

* ZONE ATICO *

OCCUPANCY SCHEDULE : SEM PESSOAS

VOLUME OF ATICO : 34.40 m3

INERTIA OF THE FURNITURE : 0.0 Wh/K

MAXIMAL EXTERNAL VENTILATION FLOW RATE :1.00 VOLUME/h

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	100	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -% of max FLOW RATE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	100	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100	100

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -Int HEAT GAINS (W)-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

Max NUMBER OF PRESENT PEOPLE:0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0

STANDARD WEEK -% OF PRESENCE-

HOUR	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
13	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0

THE ZONE ATICO IS SURROUNDED BY 5 WALLS
39.5 m2 OF TETO BETWEEN ATICO AND INTERIOR CASA
ORDER OF MATERIALS :

ATICO

SUJO
FORRO
BRANCO

INTERIOR CASA

THERMAL BRIDGES: 0.00 W/K
THIS ZONE WALL IS A FLOOR

4.8 m2 OF PAR O AT-OSB BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°2 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
0 GLAZING(s)

4.8 m2 OF PAR L AT-OSB BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°3 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH N BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°4 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : TERRA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4 0.4
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING
THE WIND EXPOSURE IS NORMAL
0 GLAZING(s)

30.0 m2 OF TELH S BETWEEN ATICO AND OUTSIDE
THE ZONE WALL n°5 IS REACHED BY 0 DISTANT SHADING(S)
NAME OF THE ALBEDO : GRAMA
JAN FEB MAR APR MAY JUN JUL AUG SEP OCT NOV DEC
ALBEDO: 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
THERMAL BRIDGES : 0.0 W/K
THIS ZONE WALL IS A CEILING
THE WIND EXPOSURE IS SHELTERED
0 GLAZING(s)

APÊNDICE C

OBTENÇÃO DAS ESPESSURAS, VOLUME E DENSIDADE MÉDIA DOS PAINÉIS

CORPOS DE PROVAS	ESPESSURAS					ESPESSURA MÉDIA (mm)		VOLUME		MASSA	DENSIDADE	DENSIDADE MÉDIA		
	1	2	3	4	5	e-média	média emédia	L1	L2	V (mm³)	M (g)	D (kg/m³)	D(kg/m³)	D(g/cm³)
AGLOMERADO 1-1	15,56	15,58	15,56	15,56	15,69	15,59		50,11	50,13	39162,30	26,01	664,16		
AGLOMERADO 1-2	15,57	15,59	15,55	15,58	15,58	15,57		50,11	50,43	39356,23	27,10	688,58		
AGLOMERADO 1-3	15,59	15,64	15,63	15,60	15,60	15,61		50,08	50,06	39139,36	26,90	687,29		
AGLOMERADO 1-4	15,68	15,65	15,65	15,66	15,68	15,66		50,23	49,97	39316,53	27,20	691,82		
AGLOMERADO 1-5	15,51	15,49	15,48	15,50	15,60	15,52		50,57	50,13	39334,21	26,50	673,71		
AGLOMERADO 1-6	15,62	15,63	15,59	15,64	15,61	15,62		50,05	50,04	39115,31	26,75	683,88		
AGLOMERADO 1-7	15,53	15,53	15,51	15,52	15,56	15,53		50,05	50,18	39003,73	26,60	681,99		
AGLOMERADO 1-8	15,54	15,56	15,54	15,54	15,56	15,55		50,19	50,03	39041,12	26,40	676,21		
AGLOMERADO 1-9	15,50	15,51	15,49	15,48	15,53	15,50		49,87	50,31	38876,33	26,56	683,19		
AGLOMERADO 1-10	15,50	15,52	15,51	15,52	15,51	15,51		50,03	50,07	38857,59	26,14	672,71		
AGLOMERADO 1-11	15,53	15,55	15,55	15,56	15,54	15,55		49,98	50,07	38905,34	26,65	685,00		
AGLOMERADO 1-12	15,54	15,55	15,55	15,54	15,56	15,55		50,01	50,05	38910,64	26,51	681,30		
AGLOMERADO 1-13	15,59	15,63	15,61	15,61	15,60	15,61		50,09	50,04	39119,50	26,01	664,89		
AGLOMERADO 1-14	15,60	15,63	15,63	15,62	15,61	15,62		50,02	50,05	39097,68	26,90	688,02		
AGLOMERADO 1-15	15,54	15,51	15,53	15,53	15,51	15,52		50,03	50,04	38860,85	26,07	670,86		
AGLOMERADO 1-16	15,54	15,55	15,56	15,56	15,56	15,55		50,00	50,03	38909,33	26,11	671,05		
AGLOMERADO 1-17	15,56	15,56	15,55	15,55	15,54	15,55		50,02	50,07	38952,51	26,71	685,71		
AGLOMERADO 1-18	15,52	15,53	15,51	15,49	15,49	15,51		50,04	50,08	38860,59	26,29	676,52		
AGLOMERADO 1-19	15,63	15,58	15,60	15,63	15,62	15,61		50,02	50,03	39071,54	26,01	665,70		
AGLOMERADO 1-20	15,56	15,55	15,55	15,54	15,53	15,54	15,56	50,02	50,03	605418,29	25,97	42,90	646,77	0,65
COMPENSADO 2-1	14,90	14,79	14,82	14,90	14,86	14,86		49,73	50,05	36976,38	24,17	653,66		
COMPENSADO 2-2	15,00	14,99	14,87	14,94	14,89	14,94		50,12	49,97	37410,16	22,62	604,65		
COMPENSADO 2-3	15,13	15,09	14,99	14,96	15,09	15,05		49,89	49,87	37450,09	18,73	500,13		
COMPENSADO 2-4	15,02	15,02	15,00	14,97	14,99	15,00		50,01	49,93	37450,00	21,45	572,76		
COMPENSADO 2-5	15,01	15,03	15,01	14,99	15,00	15,01		49,84	49,84	37281,75	23,93	641,87		
COMPENSADO 2-6	14,82	14,79	14,90	14,95	14,89	14,87		49,83	49,93	36997,23	24,08	650,86		
COMPENSADO 2-7	14,95	15,02	15,02	14,96	14,96	14,98		49,96	49,92	37359,67	21,63	578,97		
COMPENSADO 2-8	15,13	15,12	14,99	15,06	15,04	15,07		49,86	49,94	37515,96	21,56	574,69		
COMPENSADO 2-9	14,95	14,91	14,91	14,94	14,94	14,93		49,90	49,90	37173,86	21,59	580,78		
COMPENSADO 2-10	14,94	15,08	15,08	14,91	15,01	15,01		49,90	49,92	37378,07	24,07	643,96		
COMPENSADO 2-11	15,25	15,01	15,11	15,28	15,16	15,16		49,98	49,87	37789,83	20,16	533,48		
COMPENSADO 2-12	14,95	15,03	15,05	14,96	14,98	15,00		49,96	49,86	37353,63	22,16	593,25		
COMPENSADO 2-13	15,14	15,09	15,27	15,23	15,21	15,19		49,84	49,76	37667,32	20,42	542,11		
COMPENSADO 2-14	14,91	14,82	14,75	14,91	14,75	14,83		49,85	49,86	36856,80	21,45	581,98		
COMPENSADO 2-15	14,96	15,02	15,03	14,91	14,90	14,96		49,85	49,86	37194,83	19,45	522,92		
COMPENSADO 2-16	14,91	14,80	14,82	14,93	14,86	14,86		49,83	49,84	36910,18	21,83	591,44		
COMPENSADO 2-17	14,84	14,82	14,85	14,90	14,86	14,85		49,97	49,94	37067,68	24,20	652,86		
COMPENSADO 2-18	14,84	14,91	14,94	14,89	14,89	14,90		49,95	49,89	37118,42	23,59	635,53		
COMPENSADO 2-19	15,07	15,08	14,92	14,97	14,98	15,00		49,94	50,07	37513,44	19,41	517,41		
COMPENSADO 2-20	15,00	15,00	15,00	15,00	15,02	15,00	14,97	50,01	49,92	560749,11	24,24	43,23	560,83	0,56
WALL 3-1	40,07	40,10	40,15	40,13	40,12	40,11		50,03	50,08	100501,21	78,62	782,28		
WALL 3-2	40,22	40,36	40,40	40,24	40,21	40,28		50,05	49,79	100384,31	78,43	781,30		
WALL 3-3	40,42	40,42	40,40	40,04	40,31	40,32		50,05	49,77	100425,20	82,18	818,32		
WALL 3-4	40,40	40,41	40,40	40,37	40,36	40,39		50,11	49,82	100824,35	77,96	773,23		
WALL 3-5	40,48	40,49	40,49	40,41	40,41	40,45		50,43	49,69	101372,83	82,35	812,35		
WALL 3-6	40,09	40,15	40,09	40,08	40,09	40,10		50,68	49,91	101426,45	79,35	782,34		
WALL 3-7	40,41	40,42	40,49	40,48	40,44	40,45		50,05	50,04	101305,60	78,69	776,76		
WALL 3-8	40,33	40,38	40,29	40,24	40,28	40,30		49,88	49,74	99990,02	80,52	805,28		
WALL 3-9	40,10	40,18	40,20	40,19	40,28	40,19		49,98	49,79	100012,98	81,06	810,49		
WALL 3-10	40,46	40,45	40,36	40,40	40,38	40,41		49,92	49,98	100825,01	78,56	779,17		
WALL 3-11	40,05	40,09	40,08	40,06	40,05	40,06		50,14	49,88	100200,89	76,03	758,78		
WALL 3-12	40,43	40,41	40,34	40,39	40,38	40,39		49,97	49,87	100646,56	81,57	810,46		
WALL 3-13	40,39	40,41	40,42	40,36	40,47	40,41		50,03	49,80	100680,28	80,45	799,06		
WALL 3-14	40,47	40,05	40,03	40,02	40,07	40,13		49,93	49,79	99752,83	81,06	812,61		
WALL 3-15	40,45	40,43	4,00	40,39	40,35	33,13		50,31	50,12	83527,43	79,41	950,71		
WALL 3-16	40,36	40,36	40,42	40,39	40,40	40,39		50,01	49,75	100478,77	81,08	806,94		
WALL 3-17	40,39	40,36	40,40	40,45	40,39	40,40		50,05	49,97	101034,84	81,05	802,20		
WALL 3-18	40,14	40,36	40,27	40,11	40,18	40,21		49,94	49,94	100288,87	78,25	780,25		
WALL 3-19	40,10	40,05	40,10	40,15	40,08	40,10		49,84	49,73	99382,64	75,24	757,07		
WALL 3-20	40,10	40,18	40,16	40,49	40,07	40,20	39,91	50,08	49,65	3988477,96	77,99	19,55	760,96	0,76
OSB 4-1	15,75	15,69	15,81	15,87	15,80	15,78		50,03	49,89	39396,31	25,43	645,49		
OSB 4-2	16,16	16,12	16,17	16,20	16,25	16,18		49,98	49,95	40395,38	23,95	592,89		
OSB 4-3	16,30	16,16	16,29	16,32	16,22	16,26		50,12	49,99	40728,89	22,36	549,00		
OSB 4-4	15,67	15,95	15,66	15,87	15,81	15,79		50,00	50,24	39665,99	24,25	611,36		
OSB 4-5	16,28	16,18	16,28	16,30	16,27	16,26		49,90	50,47	40957,60	25,62	625,52		
OSB 4-6	16,19	16,12	16,13	16,25	16,22	16,18		49,92	49,92	40318,67	23,03	571,20		
OSB 4-7	15,76	15,82	15,93	15,72	15,71	15,79		50,65	50,09	40056,09	24,33	607,40		
OSB 4-8	15,61	15,52	15,79	16,07	15,69	15,74		50,75	49,92	39866,72	23,34	585,45		
OSB 4-9	16,31	16,18	16,17	16,23	16,21	16,22		50,16	49,89	40587,26	26,03	641,33		
OSB 4-10	16,19	16,34	16,25	16,26	16,25	16,26		50,25	49,92	40779,36	22,57	553,47		
OSB 4-11	16,20	16,07	16,28	16,31	16,17	16,20		49,88	50,05	40452,69	22,71	561,40		
OSB 4-12	16,41	16,30	16,30	16,23	16,16	16,28		50,54	50,15	41257,40	23,08	559,41		
OSB 4-13	15,93	15,86	15,65	15,79	15,77	15,80		49,94	49,89	39361,82	23,76	603,63		
OSB 4-14	15,82	15,73	15,91	15,56	15,78	15,76		50,41	49,95	39684,36	22,38	563,95		
OSB 4-15	16,11	15,84	15,91	16,00	16,09	15,99		50,18	50,18	40259,81	27,06	672,13		
OSB 4-16	16,01	15,96	15,77	15,71	15,83	15,86		50,61	49,95	40085,51	23,41	584,00		
OSB 4-17	15,90	15,76	15,89	15,84	15,83	15,85		49,92	49,95	39512,06	24,19	612,22		
OSB 4-18	15,69	15,87	16,01	15,62	15,70	15,78		50,03	50,02	39478,95	23,01	582,84		
OSB 4-19	16,18	16,26	16,19	15,99	16,12	16,15		49,94	49,97	40303,85	23,92	593,49		
OSB 4-20	15,95	15,92	15,79	15,66	15,82	15,83	16,01	50,33	49,96	636981,86	25,22	39,59	567,79	0,57
CIMENTO-MADEIRA 5-1	17,07	17,33	17,10	16,90	17,07	17,09		50,28	50,12	43079,47	61,37	1424,58		
CIMENTO-MADEIRA 5-2	16,99	16,91	17,02	17,16	17,15	17,04		50,12	50,17	42858,99	60,52	1412,07		
CIMENTO-MADEIRA 5-3	17,41	17,61	17,45	17,32	17,41	17,44		50,12	50,15	43833,74	58,46	1333,68		
CIMENTO-MADEIRA 5-4	16,61													

APÊNDICE D

CONFIGURAÇÃO EM TELA DO SOFTWARE AQUIS

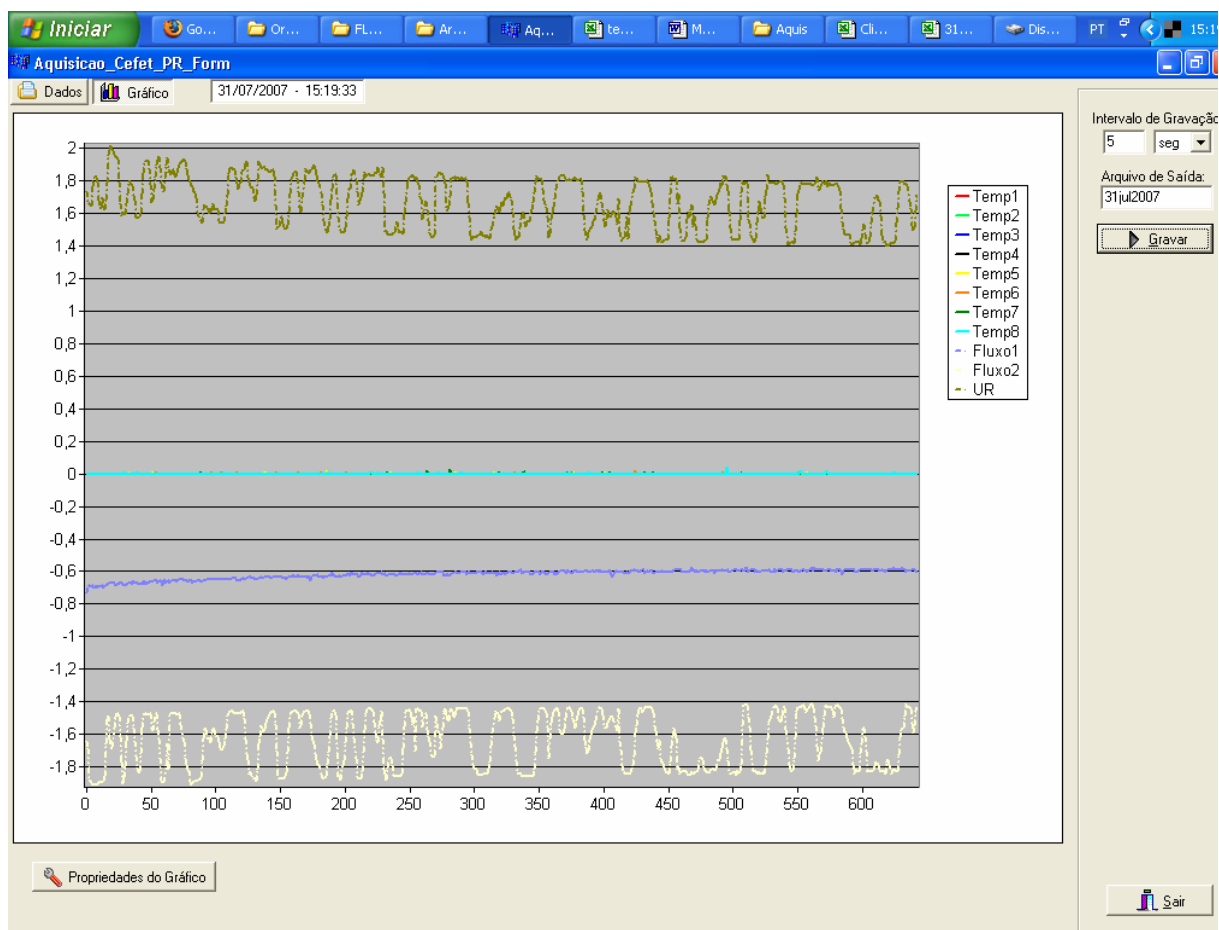


FIGURA 45 – CONFIGURAÇÃO EM TELA DO SOFTWARE AQUIS. GRÁFICO

FONTE: ADAPTADO DE AQUIS (2007)

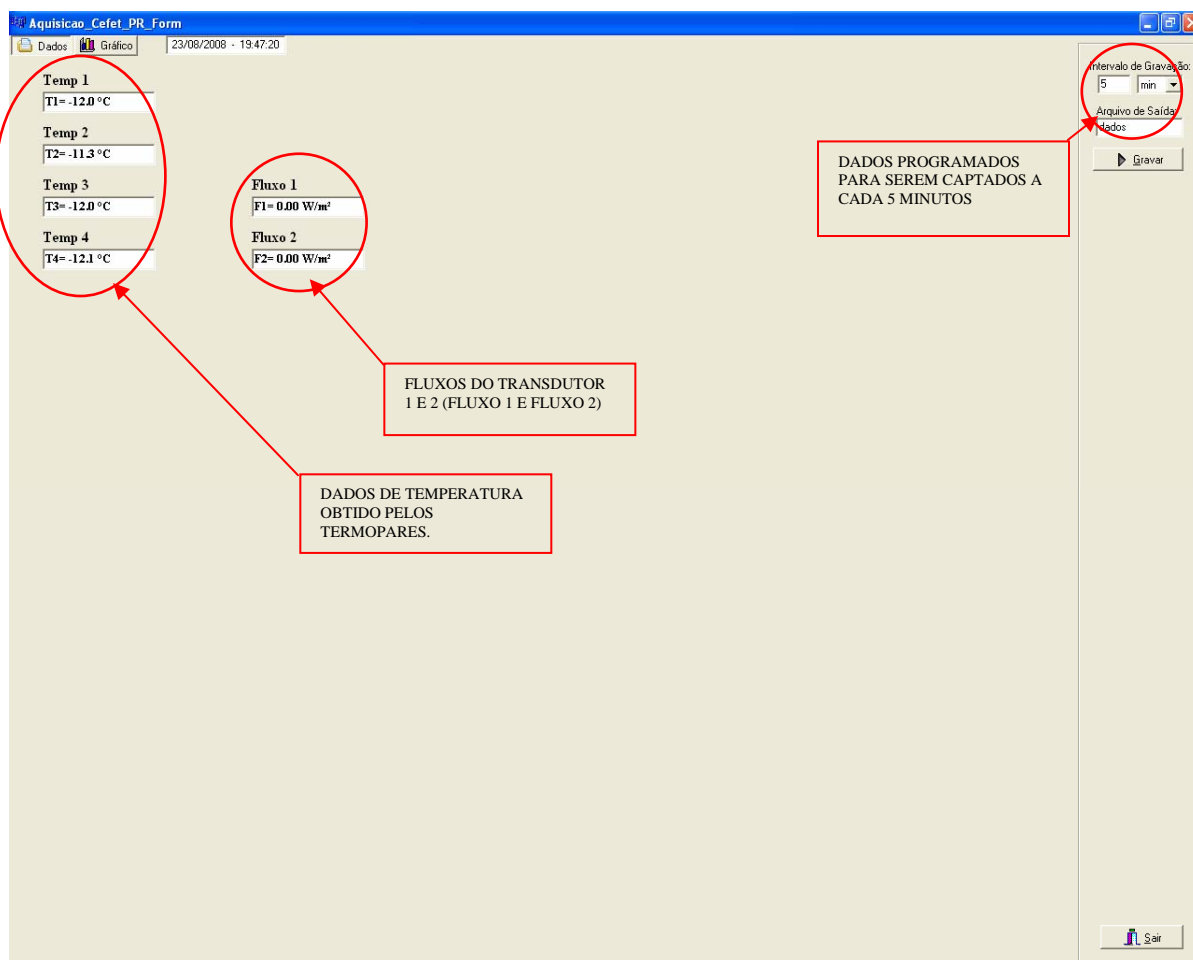


FIGURA 46 – CONFIGURAÇÃO EM TELA DO SOFTWARE AQUIS.DADOS

FONTE: ADAPTADO DE AQUIS (2007)

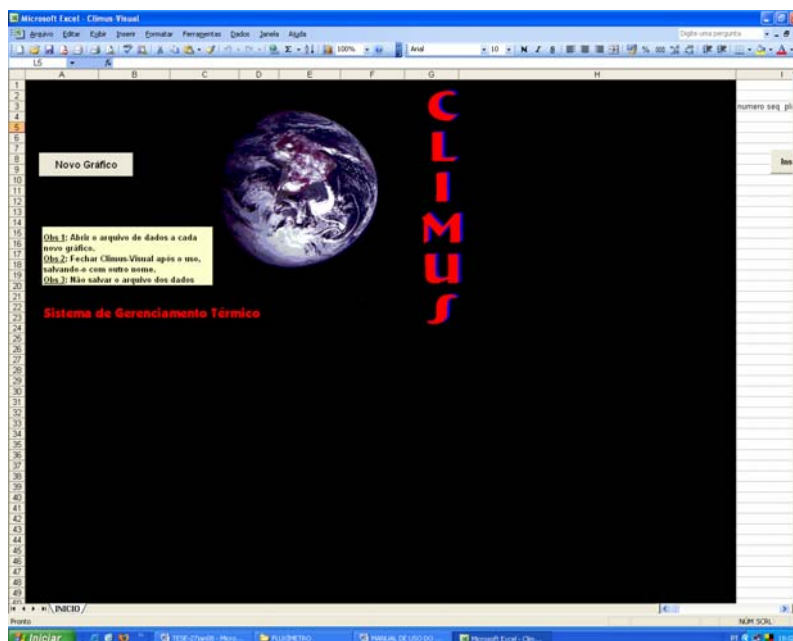
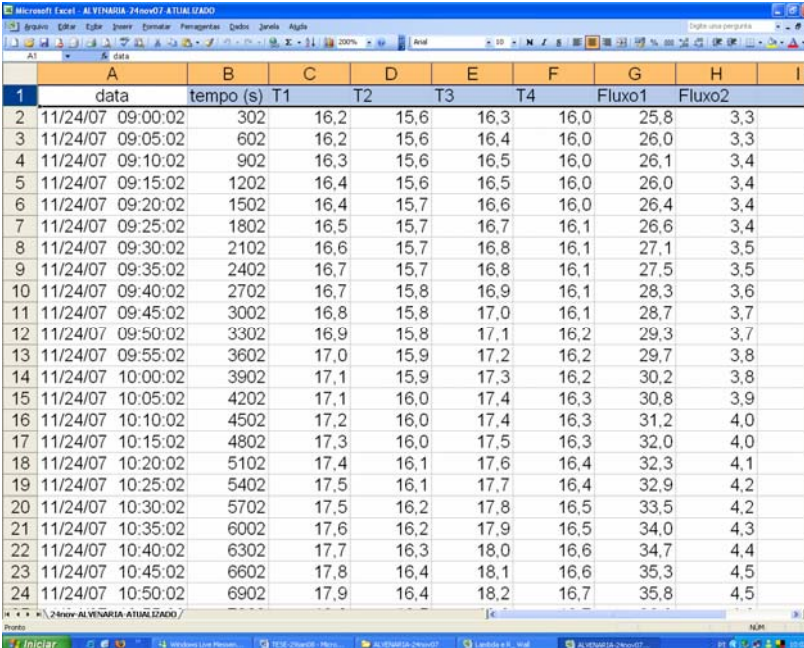


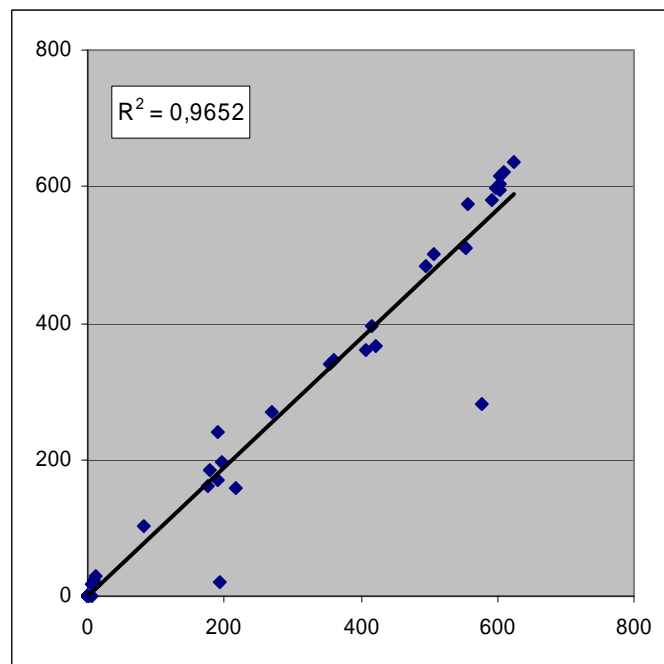
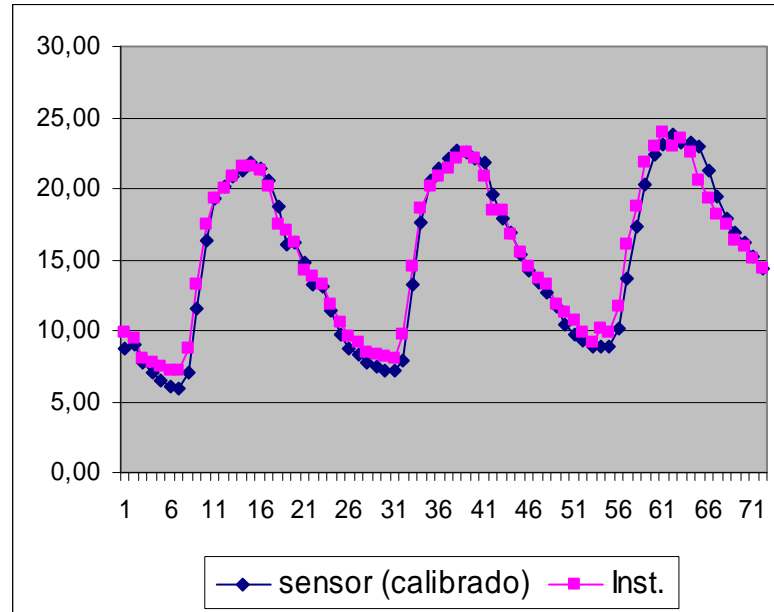
FIGURA 47 – SOFTWARE CLIMUS – PARTE DO AQUIS

FONTE: ADAPTADO DE AQUIS (2007)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	data	tempo (s)	T1	T2	T3	T4	Fluxo1	Fluxo2	
2	11/24/07 09:00:02	302	16,2	15,6	16,3	16,0	25,8	3,3	
3	11/24/07 09:05:02	602	16,2	15,6	16,4	16,0	26,0	3,3	
4	11/24/07 09:10:02	902	16,3	15,6	16,5	16,0	26,1	3,4	
5	11/24/07 09:15:02	1202	16,4	15,6	16,5	16,0	26,0	3,4	
6	11/24/07 09:20:02	1502	16,4	15,7	16,6	16,0	26,4	3,4	
7	11/24/07 09:25:02	1802	16,5	15,7	16,7	16,1	26,6	3,4	
8	11/24/07 09:30:02	2102	16,6	15,7	16,8	16,1	27,1	3,5	
9	11/24/07 09:35:02	2402	16,7	15,7	16,8	16,1	27,5	3,5	
10	11/24/07 09:40:02	2702	16,7	15,8	16,9	16,1	28,3	3,6	
11	11/24/07 09:45:02	3002	16,8	15,8	17,0	16,1	28,7	3,7	
12	11/24/07 09:50:02	3302	16,9	15,8	17,1	16,2	29,3	3,7	
13	11/24/07 09:55:02	3602	17,0	15,9	17,2	16,2	29,7	3,8	
14	11/24/07 10:00:02	3902	17,1	15,9	17,3	16,2	30,2	3,8	
15	11/24/07 10:05:02	4202	17,1	16,0	17,4	16,3	30,8	3,9	
16	11/24/07 10:10:02	4502	17,2	16,0	17,4	16,3	31,2	4,0	
17	11/24/07 10:15:02	4802	17,3	16,0	17,5	16,3	32,0	4,0	
18	11/24/07 10:20:02	5102	17,4	16,1	17,6	16,4	32,3	4,1	
19	11/24/07 10:25:02	5402	17,5	16,1	17,7	16,4	32,9	4,2	
20	11/24/07 10:30:02	5702	17,5	16,2	17,8	16,5	33,5	4,2	
21	11/24/07 10:35:02	6002	17,6	16,2	17,9	16,5	34,0	4,3	
22	11/24/07 10:40:02	6302	17,7	16,3	18,0	16,6	34,7	4,4	
23	11/24/07 10:45:02	6602	17,8	16,4	18,1	16,6	35,3	4,5	
24	11/24/07 10:50:02	6902	17,9	16,4	18,2	16,7	35,8	4,5	

FIGURA 48 – VISUALIZAÇÃO DOS DADOS COLETADOS PELO TRANSDUTOR DE FLUXO DE CALOR E O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS
FONTE: O AUTOR (2007)

APÊNDICE E**CORRESPONDÊNCIA ENTRE DADOS MEDIDOS E ESTIMADOS PELO SOLARÍMETRO**

APÊNDICE F

PLANILHAS MODELO, DE BIRD E HULSTROM, PARA OBTENÇÃO DE RADIAÇÃO – GLOBAL EM PLANO HORIZONTAL, DIFUSA E DIRETA

Calculation of solar position based on NOAA's functions and solar radiation based on Bird and Hulstrom's model.

Input	Value
latitude in decimal degrees (positive in northern hemisphere)	-25,500
longitude in decimal degrees (negative for western hemisphere)	-49,000
time zone in hours relative to GMT/UTC (PST= -8, MST= -7, CST= -6, EST= -5)	-3
daylight savings time (no= 0, yes= 1)	0
start date to calculate solar position and radiation	28-Jan-08
start time	12:00 AM
time step (hours)	1
number of days to calculate solar position and radiation	1
barometric pressure (mb, sea level = 1013)	917
ozone thickness of atmosphere (cm, typical 0.05 to 0.4 cm)	0,2
water vapor thickness of atmosphere (cm, typical 0.01 to 6.5 cm)	2
aerosol optical depth at 500 nm (typical 0.02 to 0.5)	0,25
aerosol optical depth at 380 nm (typical 0.1 to 0.5)	0,3
forward scattering of incoming radiation (typical 0.85)	0,85
surface albedo (typical 0.2 for land, 0.25 for vegetation, 0.9 for snow)	0,3

run

Solar position calculations are based on the VBA translation of NOAA's functions. Solar radiation calculations are based on Bird and Hulstrom's model from the publication "A Simplified Clear Sky model for Direct and Diffuse Insolation on Horizontal Surfaces" by R.E. Bird and R.L. Hulstrom, SERI Technical Report SERI/TR-642-761, Feb 1991. Solar Energy Research Institute, Golden, CO.

input / output /

FIGURA 54 – PLANILHA “INPUT” - LANÇAMENTO DOS DADOS
 FONTE: BIRD E HULSTROM (1991)

Microsoft Excel - dia típico

Arquivo Editar Exibir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

026

DATA: 28-jan-98

HORA

0:00 1:00 2:00 3:00 4:00 5:00 6:00 7:00 8:00 9:00 10:00 11:00 12:00 13:00 14:00 15:00 16:00 17:00 18:00 19:00 20:00 21:00 22:00 23:00

0 0 0 0 0 0 6 217 465 691 976 1010 1078 1077 1006 872 683 495 207 3 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 1 129 333 533 701 822 884 893 818 696 526 325 121 1 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 5 88 132 158 176 188 194 194 188 176 158 130 86 3 0 0 0 0

5,8 4,8 5,8 4,7 5,9 4,4 6,2 4,8 5,7 4,6 4,6 4,3 4,3 5,4 4,1 5,1 4,1 6,6 5,3 6,8 5,4 6,9 5,5 6,9 5,4 7,2 5,8

global (modelo Kasten Czeplak) direta (modelo Kasten Czeplak) difusa (modelo Kasten Czeplak) global Jfcm2 direta Jfcm2 difusa Jfcm2

0 0 0 0 0 0 3 106 236 356 510 566 605 558 551 454 334 205 91 1 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 1 63 169 274 408 461 496 465 448 362 257 145 53 0 0 1 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 2 43 67 82 103 105 109 102 103 92 77 59 38 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 1 38 85 128 184 204 218 204 198 163 120 74 33 0 0 0 0 0 0 0 0

0 0 0 0 0 0 0 23 24 29 37 38 39 37 37 33 28 21 14 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

DADOS OBTIDOS NA PLANILHA "OUTPUT" (FIGURA 83)

VALORES DE NEBULOSIDADE ADOTADOS (TABELA 5, p.99) TRANSFORMADOS EM OITAVAS

RADIAÇÃO OBTIDA COM A APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO DE KASTEN-CZEPLAK (W/m²)

DADOS EM "W/m²", TRANSFORMADOS EM "J/cm²" A SEREM LANÇADOS NO ARQUIVO CLIMÁTICO "SRV"

dados \rad\

Pronto

NUM

FIGURA 56 – OBTENÇÃO DE RADIAÇÃO GLOBAL EM PLANO HORIZONTAL, RADIAÇÃO DIRETA E RADIAÇÃO DIFUSA
 FONTE: DO AUTOR (2008)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
673	DTF	203	0	0	0	0	96	17	7	22	1								
674	DTF	200	0	0	0	0	97	13	7	22	2								
675	DTF	197	0	0	0	0	97	17	7	22	3								
676	DTF	195	0	0	0	0	97	17	7	22	4								
677	DTF	193	0	0	0	0	98	10	7	22	5								
678	DTF	190	1	0	1	0	98	16	7	22	6								
679	DTF	200	38	23	15	0	95	15	7	22	7								
680	DTF	217	85	61	24	0	86	20	7	22	8								
681	DTF	240	128	99	29	0	77	33	7	22	9								
682	DTF	261	184	147	37	0	69	36	7	22	10								
683	DTF	274	204	166	38	0	63	44	7	22	11								
684	DTF	289	218	179	39	0	58	52	7	22	12								
685	DTF	297	204	168	37	0	56	53	7	22	13								
686	DTF	299	198	161	37	0	55	55	7	22	14								
687	DTF	300	163	130	33	0	55	55	7	22	15								
688	DTF	293	120	92	28	0	56	51	7	22	16								
689	DTF	280	74	53	21	0	61	49	7	22	17								
690	DTF	266	33	19	14	0	67	38	7	22	18								
691	DTF	243	0	0	0	0	78	31	7	22	19								
692	DTF	230	0	0	0	0	84	32	7	22	20								
693	DTF	219	0	0	0	0	89	32	7	22	21								
694	DTF	213	0	0	0	0	92	28	7	22	22								
695	DTF	209	0	0	0	0	93	29	7	22	23								
696	DTF	206	0	0	0	0	95	16	7	23	24								
697	DTF	203	0	0	0	0	96	17	7	23	1								
698	DTF	200	0	0	0	0	97	13	7	23	2								
699	DTF	197	0	0	0	0	97	17	7	23	3								
700	DTF	195	0	0	0	0	97	17	7	23	4								
701	DTF	193	0	0	0	0	98	10	7	23	5								
702	DTF	190	1	0	1	0	98	16	7	23	6								
703	DTF	200	38	23	15	0	95	15	7	23	7								
704	DTF	217	85	61	24	0	86	20	7	23	8								
705	DTF	240	128	99	29	0	77	33	7	23	9								

FIGURA 57 – LANÇAMENTO DOS DADOS NO PROGRAMA EXCEL
 FONTE: DO AUTOR (2008)